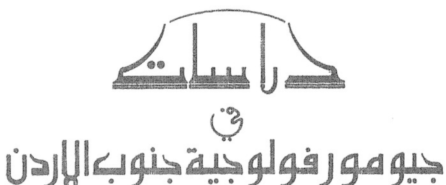



منشورات الجامعة الأردنية



دراسات في جيومورفولوجية جنوب الأردن

تأليف

الأستاذ يحيى فرحان
(قسم الجغرافية / الجامعة الأردنية)

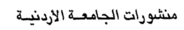
الأستاذ صلاح بحيري
(قسم الجغرافية / الجامعة الأردنية)

الدكتور محمد أبو سفط
(قسم الجغرافية / جامعة النجاح)

الطبعة الأولى

عمان ١٩٨٩







تأليف

الأستاذ يحيى فرحان (قسم الجغرافية / الجامعة الأردنية)

الأستاذ صلاح بحيري (قسم الجغرافية / الجامعة الأردنية)

الدكتور محمد أبو سفط (قسم الجغرافية / جامعة النجاح)

الطبعة الأولى

عمان ١٩٨٩

٥٥١,٥٣٢١ رع ٤ ر

يحيـ يحيى الفرحـــان

دراســات في جيومــورفـولـوجية جنوب الأردن/ يحيى الفرحان، صلاح بحيري . ـ عمان: الجامعة الإردنية، ١٩٨٩

(٢٠٨) ص

ر.أ (١٩٨٩/١٠/٦٦٤)

١ ـ الجيومورفولوجية ـ الأردن أ ـ صلاح بحيري، مؤلف مشارك ب ـ العنوان

(تمت الفهرسة بمعرفة دائرة المكتبات والوثائق الوطنية)

مطبعة الجامعة الأردنية

عمان ١٩٨٩

المحتويـــات

الصفحـة

بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمـــة

الأستاذ صلاح الدين بحيري

يرين على تفكير جمهرة من العلميين وأنصافهم، ما يقال في كثير من المحافل عن تواضع الموارد الأرضية للأردن، و بالتالي ضيق قاعدته الاقتصادية، ومحدودية فرص تنمية موارده الأساسية، و باعتقادنا أن هذه المقولات المحيطة تجافي الواقع الى حد بعيد، بل لعلها أبلغ دليل على أننا حتى الآن لم ننجح في دراسة مواردنا الطبيعية، وتقييمها تقييماً دقيقاً، كما لم يستثمر المتاح منها على الوجه الأمثل، خاصة في جنوب الأردن.

واذا كان السكان قد تركزوا حول الموارد التقليدية المنظورة على ظاهر الأرض بالركن الشمالي الغربي من البلاد، فان خلو وجه الصحراء الشاسعة في الجنوب من الموارد السطحية الملموسة هو سر عزوف المواطنين عن الاستقرار بمنطقة رحبة تتجاوز مساحتها ثلاثة أرباع رقعة المملكة، أي أن الاتجاه السائد حتى الآن هو نحو تكدس سكاني بنطاق أرضي محدود في الشمال، وتخلخل وخواء في بقية أرجاء البلاد.

نتيجة لذلك، يعاني شمال الأردن حالياً من استغلال انتهازي جائزة مفرط لموارده الأرضية، سواء في المياه التي تنضب أو تتردى نوعيتها، والتربة الطينية التي تختفي تحت وطأة زحف عمراني متفجر، أو تجرفها مياه السيول على المنحدرات. ثم النبات الطبيعي الذي ما زالت الجهود قاصرة عن صيانة ما تبقى منه، أو مد رقعته بالسرعة المرغوبة. و بناء على ذلك كله لم يبق أمامنا سوى السعي في ذلك المجال الرحب لأراضي الجنوب المترامية حيث تتسع رقعة الدولة هنا أكثر ما تتسع، وتشتمل على موارد بدىء في استغلال بعضها، وما برح أكثرها مهملا أو لم يكشف النقاب عنه حتى الآن.

والحقيقة هناك عدد لا بأس به من الدراسات التي أجراها باحثون أردنيون وأجانب وهيئات خاصة شملت جوانب مختلفة من عناصر البيئة الطبيعية لجنوب الأردن، الا أن هذه الدراسات رغم جديتها لا تشكل سوى أشتات في اتجاهات متفرقة، يلزم تجميعها ودعمها بدراسات جديدة لسد أوجه النقص بها أو تصويب معلوماتها، وذلك قبل أن يمكن اتخاذها ركيزة لخطة تنمية اقليمية شاملة متكاملة، تفجر طاقات الأرض، وتعمل على تثبيت الأهالي بها، بل واستقطاب هجرة معاكسة من الشمال الى الجنوب، عندما تجتذب فرص العمل المتاحة الطامحين من الشباب.

فالأرض ليست ضنينة كما يتبادر الى الأذهان، بل هي مهملة لم تكتشف، وخير أمثلة على ذلك قيام بدو منطقة الحميمة بزراعة مساحات من الأشجار المثمرة عند حضيض جرف رأس النقب، ونجحت التجربة أيما نجاح، و بالمثل نجحت زراعة بساتين التفاح وغيره بمرتفعات رأس النقب على منسوب ١٦٠٠ متر حيث يشكل تساقط الثلوج شتاء عاملا مساعداً على نجاح هذا المحصول.

هذا بالنسبة لامكانات الاستغلال الزراعي، وما قيل عنها يمكن أن يقال عن مجالات اقتصادية أخرى كالسياحة والتعدين والمحاجر وتنمية الموارد المائية والرعوية، و بالتالي فان احتمالات معطيات الأرض في الجنوب يمكن أن تغير من النمط التوزيعي للسكان. من هذا تبرز أهمية توجيه مزيد من الأعمال البحثية الهادفة صوب هذا الشطر من البلاد، وقد أدرك الأستاذ يحيى فرحان هذه الحقيقة منذ سنوات، عندما شرع في إجراء مسوحات ميدانية مكثفة بالبادية الجنوبية بدعم من عمادة البحث العلمي بالجامعة الأردنية، فكانت ثمارها مجموعة الدراسات التي يضمها هذا الكتاب، والتي كان لي شرف الاسهام في بعض منها.

و يتألف هذا الكتاب من ستة مباحث، ثلاثة منها يغلب عليها الطابع الأكاديمي، اذ تعالج الجوانب الجيومورفولوجية وتطور اللاندسكيب بفعل عمليات طبيعية ظاهرية وباطنية، أسفر نشاطها على مر الأزمنة الجيولوجية عن الصورة الراهنة لمعالم سطح الأرض، وهنا عادة ما يطرح التساؤل: وما علاقة كل ذلك بتنمية الموارد؟ ورداً على هذا التساؤل يمكن القول بأننا إذا آمنا بأن الأرض هي مجال التخطيط، وأن رفاهية الانسان الذي يعيش عليها هي هدف كل برامج التنمية، فان أشكال الأرض والعوامل والعمليات الدينامية التي أسهمت وتسهم في صياغتها وتغييرها، هي بالضرورة قضايا ينبغي فهم آليتها، والالمام التام بطبيعتها عند جميع المعلومات والبيانات لأية خطة مقترحة.

فمصادر الرمال السافية، واتجاهات تجمعاتها الزاحفة، وحجم السيول وجهدها في دفع حمولة الرواسب، وأحجام الكتل الصخرية المكونة لهذه الحمولة، ومصادر إشتقاق التربة، ونسبة ما بها من أملاح، هذه وغيرها كثير أمثلة توضح قيمة الدراسات الجيومورفولوجية البحتة عند اختيار تنفيذ مشاريع الطرق، واستصلاح الأراضي لأغراض الزراعة والاسكان، ودرء أخطار الفيضانات، وخزن المياه السطحية، وتغذية الخزانات الجوفية وغيرها.

لذلك فان ثلاثة مباحث من الكتاب الذي بين أيدينا الآن، قد خصصت للجوانب التطبيقية، بدءاً من أساليب التحليل المورفولوجي التي يمكن تطبيقها على إقليم البادية الجنوبية، بهدف تحديد علمي لوحداتها الأرضية، وفق معايير دقيقة، تمهيداً لتقييم إمكانات تنمية كل منها، في ضوء المعطيات التي تسفر عنها الدراسة، وانتهاء ببحث عن التخطيط العمراني لمدينة العقبة، مع التركيز على مخاطر السيول في المنطقة، وتحديد اتجاهات النمو الصحي الآمن لهذه المدينة.

وغني عن البيان القول بأن الجيومورفولوجيا التطبيقية، أو التطبيق الجيومورفولوجي لمحصلة هذه المادة من المعلومات في أغراض عملية، ما زالت عندنا في بداية الطريق، واذا كانت بعض مباحث هذا الكتاب قد تطرقت لشيء من تلك القضايا الحيوية، فان الطريق أضحت ممهدة الآن لكي يوجه المشتغلون بالجيومورفولوجيا من الأردنيين جهودهم نحو مجالات تطبيقية، يمكن أن تسهم بجدية في مشاريع التنمية التي باتت ضرورة ملحة في مرحلة الاعتماد على الذات الحالية.

«مورفولوجية نجاد الحافة الشرقية لوادي عربة الأدنى»

الأستاذ صلاح بحيري　　　　الأستاذ يحيى فرحان

Geomorphology of the Granite horst on the lower, eastern Wadi Araba, Jordan

Abstract

Two complementary geomorphic units are distinguished in Southern Wadi Araba; a zone of degradation in the mountain borderlands, and a zone of aggradation along the foothills. The mountain country considered here is a composite fault-block horst in which differential movements along intersecting structural lines have entailed the formation of mumerous intervening grabens among uplifted granite blocks. Fossil forms such as pediments and pediment passes, along with granite saprolites, tors, and old rock slides were recognised and dated in various localities. The origin and development of the wadi network in the mountains is discussed in view of the structural pattern and lithological variations. Within the zone of aggradation, a late Tertiary alluvial piedmont along the Gulf of Aqaba coast is throughly investigated. Also, old fanglomerates, recent bajadas, sabkhas and eolian sands in Wadi Araba are treated in some detail.

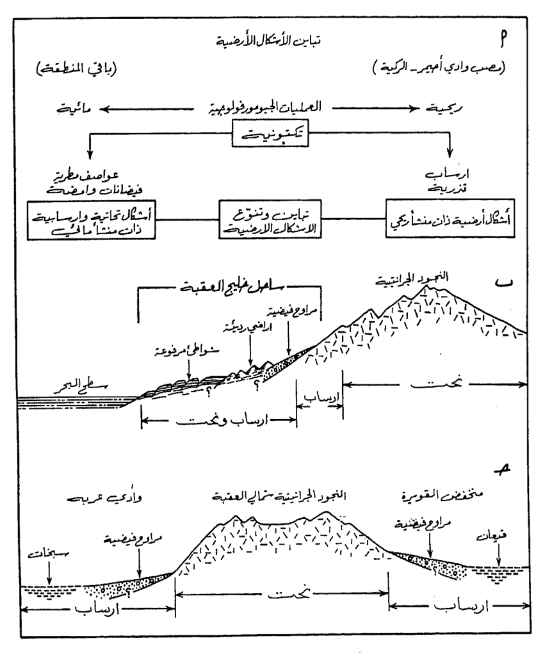
١ . المقدمة : ـ

تغطي المنطقة المشمولة بهذه الدراسة مساحة محدودة من الأراضي الجبلية، التي تشكل الحافة الشرقية لحفرة الانهدام الصدعي بكل من وادي عربة الأدنى، ورأس خليج العقبة. ولعل أهم ما يميز هذه المنطقة تنوع أشكالها الأرضية، نتيجة لتباين التركيب الصخري، واختلاف ظروف البنية، وعوامل التشكيل (شكل ١أ). فمن الناحية الجيومورفولوجية تشتمل المنطقة على وحدتين جيومورفولوجيتين رئيسيتين متكاملتين هما : نطاق نحت بالأراضي الجبلية، ونطاق أرساب عند حضيضها.

ففي النطاق الجبلي، تختلف عمليات النحت والتجوية بصخور القاعدة النارية عن مثيلاتها برسوبيات الحجر الرملي والطبقات الكلسية في الشمال، أو عن توضعات سفح الحضيض الفيضي Alluvial piedmont جنوبي مدينة العقبة، و ينعكس ذلك كله على الأشكال الأرضية. فمن تلال الجرانيت المسننة الذري، المحددة السفوح، ينتقل المسافر شمالا الى أراضي الكوارتز ديوريت دائرية الذري، ثم الى غرابن الجليف النموذجي، ومنها الى هضيبات الحجر الرملي التي تشقها أودية خانقية قائمة الجوانب، تضرب منابعها في هضاب الحماد الكلسية المرفوعة شمالي جروف رأس النقب. وفي أقصى الجنوب يتجلى أثر المياه

الجارية والانهيارات الأرضية في تقطيع أوصال سفح الحضيض الفيضي، محولة اياه الى نمط مثالي من الأراضي الوعرة (الرديئة) Badlands.

أما نطاق الارساب فيشتمل شريطين من سفوح البهادا على جانبي الجبال الجرانيتية، وعلى امتداد قواعدهما. وتتألف هذه السفوح من مجموعة مراوح فيضية قديمة متآكلة، بفعل



شكل (١)

تباين العمليات الجيومورفولوجية والأشكال الأرضية في منطقة الدراسة

النشاط الحتي للأودية المتصابية، بحيث تظهر بقاياها كمدرجات نهرية، خاصة على جانبي المجرى الرئيسي لوادي اليتم ورافده وادي يتم العمران، ووادي الشقيري الذي يصرف فوهة الشقيري غربي خربة الخالدي (شكل ١ ب). بينما في وادي عربة، تعتلي مجموعة من المراوح الحديثة بقايا المراوح الفيضية، بيد أن أحجام تلك المراوح تتضاءل بالاتجاه شمالا، حيث تجري الأودية فوق نجاد الحجر الرملي، فحالما تلقى السيول حمولتها من حبيبات الرمال عند المصبات، تبددها الرياح، قبل أن تعود فتجمعها بعدد من الأشكال الرملية الهوائية.

٢. التعبير المورفولوجي للاطار البنائي: ـ

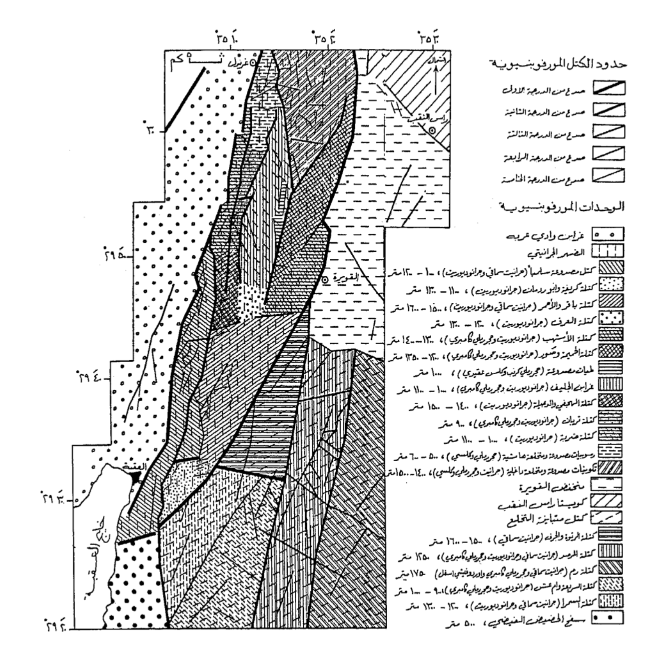
تشكل النجاد سلسلة جبلية متصلة مسافة تربو على ثمانين كيلومتراً ابتداء من جنوبي مدينة العقبة حتى الحدود الشمالية (دائرة عرض غرندل) لمنطقة الدراسة. ومن المعروف أن الاطار المورفولوجي العام لهذا الحزام الجبلي قد قررته تكتونيات الحفرة الانهدامية الكبرى وما رافقها من صدوع رئيسة أدت الى نهوض نطاق أرضي كضهر نافر Horst بين غور بين Graben هما وادي عربة وخليج العقبة في الغرب، ووادي اليتم ورافده، يتم العمران ثم من منخفض القويرة في الشرق (شكل ٢). غير أن الصورة البنائية ليست بهذه البساطة، اذ تعرض الجزء الشمالي من الضهر الرئيسي الى التصدع مما أدى الى تكون غرابن الجليف من جهة، وتقطعه الى عدد من الشرائح الأرضية الصغيرة والتي هبطت أو نهضت بمعدلات متفاوتة. كذلك تعرضت الأراضي شرقي الجزء الجنوبي من الضهر الرئيسي الى التصدع التفاضلي مما ترتب عليه رفع شرائح أرضية وارتخاء أخرى. وقد كان لتلك الصدوع دوراً كبيراً في تقرير نمط شبكة التصريف المائي في منطقة الدراسة.

وقد بدأ نشاط تكتونيات الاخدود الافريقي الأسيوي العظيم ـ الذي يشكل خليج العقبة ووادي عربة قسماً منه ـ منذ عصور جيولوجية سحيقة*، تعود الى حقب ما قبل الكمبرى، حين نشأ نطاق الضعف القشري الرئيسي، الذي انبثقت عبر صدوعه ومفاصله التكتونية فيما بعد، اندساسات الصهير فغزت بلوطونيات الدرع العربي النوبي بالمنطقة، ممثلة بما يشاهد من قواطع وشواطر وعروق نارية، صخورها متبلورة أيضاً، تظهر للعيان كشبكات غاية في التعقيد سواء من حيث النمط أو التركيب المعدني. وترجع أهميتها بالنسبة

---

* لمزيد من التفاصيل حول نشأة هذا الأخدود انظر: ـ
بحيري، صلاح الدين، ١٩٧٢، جغرافية الصحارى العربية، عمان، ص ٥٤ ـ ٦٠. وكذلك:

Bender, F., 1974, Explanatory notes on the geological map of the Wadi Araba, Jordan. Geol. Jahr., Reihe 13, Heft 10, Hanover, p. 36.
Freund, R., Garfunkel, Z., Zak, I., Goldberg, M., Derin, B., and Weissbrod, T., 1970, The shear along the Dead Sea Rift. Philos. Trans. R. Soc. Lond., Ser. A., 267, 107-130.
Grindler, R.W., and Styles, P., 1974, Two stage Red Sea floor spreading. Nature, 247, 7 - 11.



شكل (٢)

الخارطة المورفو بنيو ية

لهذه الدراسة في كونها أحد الضوابط الهامة لعمليات التجوية، وتقرير أنماط شبكات التصريف الراهنة وكثافتها.

استمرت نبضات الباطن بعد ذلك نوبات متعاقبة تفاوتت في جهودها وطول فتراتها، مما أسفرت عن دورات جيومورفولوجية نشطت خلالها عمليات النحت والارساب، بيد أنها لم تخلف على سطح اللاندسكيب الحالي، سوى بقايا أشكال احفورية كمصاطب الكنجلومرات المعروفة باسم مجموعة «سرموج» شمالي بئر غرندل، وقواعد كويستات متآكلة من الحجر الرملي الكامبري غربي القويرة وفي غرابن الجليف، وشيء من بقاياها جنوبي الرصيف العائم بالعقبة، اضافة الى سطح تسوية (بقايا شبه السهل التحتاتي القديم) دفين تحت صخور الحجر الرملي الكامبري بالجزء الشمالي من الضهر الرئيسي، وصحراء حسما الى الشرق منه.

لئن كان التعبير المورفولوجي للمعالم السابقة محدوداً ضمن أراضي النطاق الجبلي، فان الخطوط العريضة للأشكال الأرضية الاقليمية قد تقررت فعلا بمقدم الحركات التفروجينية Taphrogenic ابان عصر الأوليجوسين، عندما غارت حفرة الانهدام على طول وادي عربة وموضع خليج العقبة، وانتصب النطاق الجبلي الى الشرق منهما. ومن ثم تحددت الملامح الجيومورفولوجية الرئيسة للنجاد. وعندما تجدد النشاط على خطوط التصدع القديمة خلال ما تبقى من حقب الثلاثي، نهضت شرائح أرضية جبلية مصدوعة Block faulting، وهبطت اخرى كأغوار ثانوية فيما بينها، بحيث تظهر الكتل المرفوعة الآن كقمم شامخة، يعلو بعضها أكثر من ١٥٠٠ متراً فوق سطح البحر، كقمة باقر على مسيرة خمسة عشر كيلو متراً شمال شرق مدينة العقبة، وقمة جبل الرتوة على بعد عشرة كيلو مترات شرقي باقر، وعلى مقربة منها قمة أم رخم توأمها الشمالي (شكل ٢ وشكل ١ ب). أكثر عدداً من هذه، مجموعة القمم التي تتجاوز ١٢٠٠ متراً مثل جبل كريفة والسمرا في الجزء الجنوبي شرقي الخليج، وكتلة الشقيري والمهتدي والعرف في الجزء الأوسط، والأشهب والحميمة شرقي الجزء الشمالي من الضهر الرئيسي. أما القسم الشمالي منه فتتدنى مناسيبه دون ذلك، حيث تختفي شرائح صخور القاعدة النارية تحت توضعات رسوبية سميكة من الحجر الرملي، تعلوها طبقات كلسية ومارلية وصوانية.

ونظراً لرخاوة هذه الرسوبيات ومرونتها بالقياس لمركبات الجرانيت القاسية، فانها استجابت لحركات الباطن بالطي أو الميل، فبدت طبقاتها في بعض المواضع، كتلا مصدوعة مطوية Tilted faulted blocks، تميل بدرجات تتراوح بين ٢٠ و ٣٠ درجة، في اتجاهات رميات الصدوع، مشكلة عدداً من ظهور الخنازير Hogbacks، توجد أفضل نماذجها شمالي الموقع الأثري للحميمة (شكل ٣)، وفي مواضع اخرى على أطراف الحافة الصدعية لوادي عربة، فيما بين المصب المشترك لوادي الركية ــ أحيمر وجبل غرندل، وشمالي جبل الجليف وفي غرابن الجليف. فهناك يبدو عنف التخلعات الأرضية Dislocations على جوانب خطوط الضعف، حتى لتظهر طبقات الكلس والطباشير الأيوسيني مقابل كتل الصخور الجرانيتية.



شكل (٣)

الخارطة الجيومورفولوجية

وتخضع طبقات الكريتاسي الرملية دون منسوب صخور القاعدة النارية لما قبل الكامبرى، ناهيك عن التباين الصارخ في مناسيب بقايا السطح التحاتي القديم في صخور القاعدة النارية ذاتها.

تلك هي أبرز معالم السلسلة الفقرية للنجاد الغربية، حيث تشاهد شبكات الصدوع والفوالق الأرضية وقد مزقتها بدرجات مختلفة في كل موضع (شكل ٢)، واذا كانت الحركات التكتونية قد بلغت أوجها حول منتصف الحقب الجيولوجي الثلاثي، فقد توالى تأثيرها ببطء عبر الحقب الرباعي، بدليل استمرار الزحزحة الأفقية والرفع وخضوع قاع وادي عربة [١]، و يبدو هذا واضحاً من الشواهد الجيورموفولوجية الميدانية كهبوط أسطح مجموعة المراوح الفيضية الكبرى التي ظلت نشطة عند حضيض النجاد الجرانيتية حتى أواخر البليستوسين عندما توقف بناؤها، لتنشأ فوق رؤوسها مجموعة حديثة من المراوح الصغرى، ما برحت في بداية طور البناء و يصل ميل أسطح بعضها ١٢ درجة. أمثلة هذه المراوح الجنينية كثيرة، لعل أبرزها ما يواكب قواعد جبل الدحيلة وجبل ضربة الى الغرب مباشرة من سبخة طابة.

على النقيض من ذلك، فان الشواطىء المرجانية المرفوعة قرابة خمسة وأربعين متراً فوق مستوى مياه الخليج الحالية على امتداد سفح حضيض فيضي جسيم جنو بي مدينة العقبة لهي دليل على عمليات نهوض غاية في الحداثة، و بناء على ذلك يمكن القول بأن عمليات الخسف الأرضي التي يتعرض لها قاع وادي عربة بالنسبة للضهر الجرانيتي في الشمال، يقابلها عمليات رفع لليابسة بالنسبة للشاطىء الجنو بي الشرقي من الخليج، وتلك حقيقة لها أبعاد هامة فيما يتعلق بمورفولوجية المراوح الفيضية بالمنطقة، على نحو ما سنوضح بعد قليل.

٣. الوحدات الجيومورفولوجية: ـ

تنقسم منطقة الدراسة من الناحية الجيومورفولوجية الى وحدتين رئيسيتين متمايزتين وهما: نطاق النحت بالضهر الجرانيتي (الحزام الجبلي)، ونطاق الارساب بامتداد قواعد.

٣٠١ ـ نطاق النحت: ـ

تحدد مجموعة القمم الجبلية بنطاق الصخور الجرانيتية المنابع العليا لروافد عدد كبير من الأودية التي تنحدر شرقاً الى منخفض القويرة وحوض وادي اليتم، وأخرى تصب غرباً في منخفض وادي عربة وخليج العقبة (شكل ٣)، و يتميز الفاصل المائي بين كلا المجموعتين

---

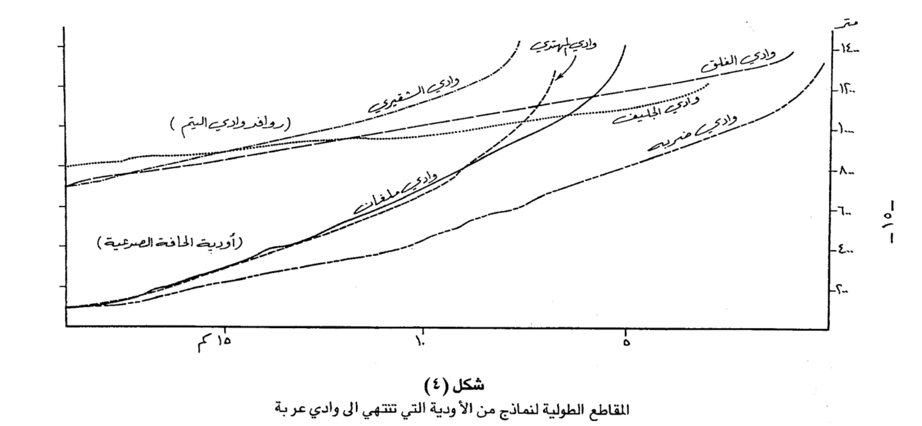
١. Freund, R., 1965, A model of the structural development of Israel and adjacent areas since Upper Cretaceous times, Geol. Mag., 102, 189 - 205.
Zak, I., and Freund, R., 1966, Recent strike-slip movement along the Dead Sea Rift. Isr. J. Earth-Sci, 15, 33 - 37.
Ben - Menahem, A., 1981, Variation of slip and creep along the Levant Rift over the past 4500 years. Tectonophysics, 80, 183 - 197.

بحدته وترنحاته في كثير من المواضع، بينما تضيع معالمه حتى ليصعب تمييزه في مواضع أخرى. وترجع أسباب ذلك الى عدم تكافؤ معدلات النحت بصفة عامة على الجانبين، فضلا عن عمليات القرصنة النهرية التي تمت أو توشك بين منابع عدد من الأودية لصالح التصريف المائي المتجه الى وادي عربة، فقاع حفرة الانهدام اذ يشكل مستوى قاعدة مؤقت دائب الخضوع والزحزحة الأفقية في الغرب، فان معدلات انحدار الأودية المنصرفة اليه تزداد وعورة مما يؤدي الى تسارع عمليات النحت المائي، و بلوغ المنابع في قطعها الصاعد ذرى الجبال، و بالتالي يضيق الفاصل المائي فلا يتجاوز عرضه بضع عشرات الأمتار في كثير من الأحيان.

على النقيض من ذلك فان المقاطع الطولية (شكل ٤) للأودية المتجهة شرقاً الطف انحداراً، ومستو يات قواعدها الموضعية بكل من وادي اليتم ومنخفض القو يرة، أعلى منسو باً وأكثر استقراراً مما عليه الحال بالنسبة لقاع وادي عر بة، لذلك كانت عمليات النحت المائي بكافة أودية المنحدرات الشرقية للنجاد الجرانيتية ــ رغم نشاطها بدليل تكون المصاطب النهرية على جانبي وادي الشقيري ــ أقل عنفاً من نظيراتها على الجانب الآخر، يضاف الى ذلك حقيقة مناخية هامة، وهي احتمال تفاوت كميات الأمطار، و بالتالي صبيب الأودية على الجانبين، فبينما تقع المنحدرات الغر بية في مقتبل المنخفضات الجو ية مما يضطر كتل الهواء الرطب للصعود، وهطول شيء من الأمطار الوفيرة نسبياً على تلك السفوح، تصبح المنحدرات الشرقية في نطاق ظل المطر، فلا يصيبها منه سوى النزر اليسير. فاذا كان توافر عنصري الانحدار والصبيب هما أهم بواعث استشراء النشاط الحتي لمياه السيول، فان وفرة نصيب أودية الجانب الغر بي للنجاد منها كانت سبباً في سرعة استطالة منابعها لتأسر أحواض عدد من الأودية الشرقية، وتحو يلها الى وادي عر بة. ومن أبرز الأمثلة على ذلك وادي أحيمر الذي تمكن من أسر حوض وادي جمام بأكمله، في حين يسعى حالياً أحد روافده النشطة لتكرار الأسر بالنسبة للقناة الرئيسة لوادي الغريض (٢). وعندئذ يكون قد تم تحو يل محصلة حوض هيدرولوجي واسع، ينتشر على منحدرات جروف رأس النقب غر بي طريق العقبة، الى وادي عر بة حيث المصب المشترك لوادي أحيمر ــ الركية جنو بي بئر غرندل.

وتتجلى عمليات الحفر السريعة لأودية الحافة الغر بية من خلال المقاطع العرضية لطائفة كبيرة من الأودية القصيرة الناشئة على سفوح الجبال ابتداء من كتلة جبل الشقيري في الجنوب حتى جبل ضر بة في الشمال، فهنا تشكل القنوات الرئيسة لتلك الأودية خوانق مصندقة متعمقة، تحفها جروف حائطية وعرة جرداء، تزيد معدلات انحدارها على ٣٠ درجة، ومن خلال القياسات التي أجريت على أحد هذه الأودية شرقي واحة النخيل البرى عند بئر طابة، تبين أن عرض بطن الوادي عند خروجه من الجبال يبلغ ٣٢ متراً، بينما تقترب

٢. Beheiry, S.A., 1972, Desert landscapes in Southern Jordan, Faculty of Arts Jour., University of Jordan, 3, p. 13.



شكل (٤)

المقاطع الطولية لنماذج من الأودية التي تنتهي الى وادي عربة

حوائطه تدريجياً على كلا الجانبين بالامعان داخل الكتلة الصخرية حتى تتضاءل سعته الى أقل من عشر سعة المصب على بعد مائتي متر فقط من رأس المروحة الفيضية (٣).

و يرجع نشاط عمليات النحت المائي هنا الى هبوط اطراف الكتل الجبلية على امتداد عدد من الصدوع، مما تسبب في نشأة منخفض الدافية الشريطي شمال رأس خليج العقبة، ثم حوض طابه على مسيرة ثلاثين كيومتراً الى الشمال. وما زالت أدلة الحركة ماثلة على جوانب الصدوع، حيث تظهر الأطراف المجدوعة لقواعد التلال Faceted spurs أوضح ما تكون بمنطقة ضربة، فأينما انسلت كتل أرضية هابطة تجاه وادي عربة، تبدو أطراف الكتل الجرانيتية المجدوعة كأسطح مثلثة الشكل (شكل ٥)، في حين تبرز أعالي الكتل الهابطة من صخور الجرانيت كجزر غارقة في رواسب رؤوس الدالات المروحية. وتتخذ هذه الظاهرة عادة كدليل على حداثة الحركات التكتونية، التي قدرت رمياتها ميدانياً بما يتراوح بين ٢٠ و ٣٥ متراً.

من ناحية أخرى تكاد تضيع معالم المقسم المائي عبر مسطح نحت طولي في أحضان الجبال على مسيرة نحو عشرة كيلومترات غربي القويرة، فهنا يحتمل أن تكون عمليات تخلع أرضي حديثة قد سببت تشوش شبكة الأودية، فتحولت الى نمط مقلقل Deranged حائر بين وادي ضربة في الغرب ووادي الجليف في الشرق، ورغم النشاط الحتي لوادي ضربة، الا أن منابع وادي الجليف تتقدم بسرعة نحو مجموعة الأودية المقلقلة، حتى ليصعب الجزم عما اذا كان الأسر سيتم لصالح روافد وادي ضربة أو لصالح وادي الجليف الذي ينتهي بمروحة فيضية كبرى جنوبي القويرة.

يعتقد بأن شبكة الأودية الراهنة قد بدأت نشاطها في المراحل المتأخرة من الحقب الثلاثي، عندما نهضت ذرى النجاد كفاصل مائي بين نظامين متناظرين من التصريف الداخلي: أحدهما اتجه الى الحفرة الصدعية الهابطة بامتداد وادي عربة، واتجه الآخر الى حوض وادي اليتم ومنخفض القويرة (٤). و بالرغم من أن خط الطغيان البحري في الكريتاسي الأسفل (الحجر الرملي الكرنب) يصل فقط رأس النقب (٥)، يرى بعض الباحثين (٦) أنه في مراحل مبكرة خلال عصر الميوسين كانت التكوينات الكلسية الصوانية للأيوسين تغطي

---

٣. بحيرى، صلاح الدين، ١٩٨٢، حول تجربة العمل الميداني لطلبة الجغرافية بجامعة الكويت. وحدة البحث والترجمة، جامعة الكويت، ص ٥٣ ـ ٥٥.

٤. بحيرى، ١٩٧٢، مصدر سابق، ص ١٠.

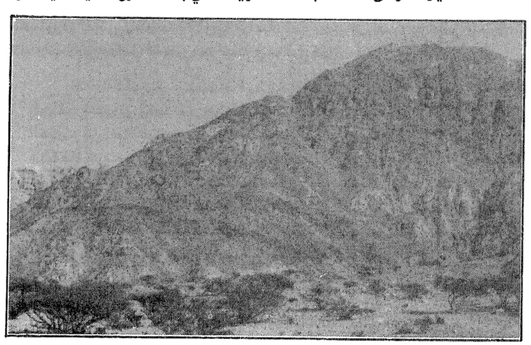
٥. Bender, F., 1975, Geology of the Arabian Peninsula : Jordan. USGS, Geological Survey Professional Paper 560 - I, p. 110 - 111.

٦. Osborn, G., 1985, Evolution of the late Cenozoic inselberg landscape of Southern Jordan. Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology, 49, p. 9-11.

تكـو ينات الحجر الرملي المرتكز على صخور القاعدة النارية في جنوب الأردن حتى رأس خليج العقبة (؟)، وابان تلك الفترة أزالت عمليات النحت المائي الطبقات الكلسية تماماً وقسماً مما تحتها، وألقت بها في حفرة الانهدام حتى أفعمت، ومن ثم اتجه جزء من التصريف المائي غرباً الى البحر المتوسط (؟) وجزء آخر الى فجوة البحر الأحمر.

ومن الواضح أن هذا الاعتقاد ينطوي على قدر من التخمين، ورغم ما يتذرع به الباحث من أسانيد، فانه لا يمكن قبوله على علاته، ومن خلال الدراسة الميدانية للواقع الجيومورفولوجي للأندسكيب الراهن، يمكن القول بشيء من الثقة بأن مجموعة الأودية الحالية قد درجت أول ما درجت على غطاء من الصخور الرملية من الصعب تقدير عمرها، ثم انطبعت قنواتها بعد تآكل تلك الصخور الغطائية، ففرضت Superimosed على البنية الجرانيتية. وهناك من الشواهد ما يؤيد هذا الرأي، فالطبقات الرملية المنتمية الى أحقاب جيولوجية ابتداء من الكامبرى حتى الكريتاسي الأسفل ما زالت بقاياها شاخصة على جوانب نطاق أرضي غائر وسط الجبال شمال غربي القو يرة. كما أن بقايا الحجر الرملي الكامبرى تشاهد فوق بقايا السطح التحاتي الجرانيتي على جانبي الطريق الصحراو ية حول القو يرة، وفي غرابن الجليف. كذلك وجدت آثارها عالقة فوق كتل الجرانيت المصدوعة على بعد بضعة كيلومترات جنوب شرقي جبل البريج.

ثمة دليل آخر على نشأة شبكات التصريف المائي بالمنطقة فوق أغطية سميكة من



شكل (٥)

أطراف الكتل الجرانيتية المجدوعة في وادي عربة

تكو ينات الحجر الرملي قبل انطباعها على الجرانيت. و يتمثل ذلك الدليل في ظهور طبقات من رمال ذات أصل فيضي، حملتها مجموعات الأودية الناشئة بنطاق المرتفعات، وألقت بها عند القواعد، ربما في فترة مبكرة من الحقب الجيولوجي الرباعي. وتنكشف هذه الرمال على السطح بالمنخفض الحوضي حول الحميمة في الشمال، والدال الخليجية الكبرى الممتدة من جنوبي العقبة داخل الأراضي السعودية في الجنوب. وفي كلا الموضعين كشفت الشعاب الحديثة المعلقة مقطعاً استراتجرافيا يتراوح سمكه بين ٣٠ و ٦٠ متراً (شكل ٦) من رواسب رملية مفككة تتخللها راقات من الطين، وتخلو تماماً من أية حصوات نارية، مما يؤكد بأن المياه الجارية دأبت على ازالة أغطية الحجر الرملي ابان فترة طو يلة من عصر البلايستوسين وربما عصر البليوسين (؟). وتدعم هذه الحقيقة ايضاً مجموعات الآبار التي أنزلت بمجرى وادي اليتم الأدنى (٧)، وغور الصافي، حيث لوحظ انتقال تدريجي من رواسب الجلاميد والحصباء السطحية، الى طبقات من الرمال حتى عمق ١٥٠ متراً (٨).

بناء على ذلك يمكن القول بأن تزايد نسبة الرمال بالرواسب الفيضية السفلى قد ارتبط بأحواض أودية كانت تغشاها صخور رملية خلال المراحل المبكرة من تطورها الجيومورفولوجي، بينما تنبىء أغطية حطام الصخور النارية المبثوثة في رواسب الجريش الحصو ية Gruss تجاه السطح على أن تكو ينات الحجر الرملي قد أزيلت تماماً من معظم المواضع في مراحل تالية، ومن ثم فرضت مجاري الأودية على السطح الجرانيتي ربما منذ أواسط البلايستوسين، بدليل ما يشاهد من تلاؤم واضح بين بنية هذا السطح وأنماط التصريف المائي لمجموعات الأودية الراهنة، فعلى صعيد الروافد، وجد تطابق ملحوظ بين اتجاهاتها و بين مفاصل الصخور الجرانيتية في مواضع كثيرة (٩).

اضافة لما سبق، مهدت خطوط الضعف على امتداد الصدوع سبلا ارتادتها غالـ الروافد الكبرى، وعدد غير قليل من قنوات الأودية الرئيسة، فبدا التطابق كاملا بين نـ البنية، و بين أنماط التصريف بأحواض كل من وادي تربان وضربة وملغان والمهتدي وغيرا فالقناة الرئيسية لوادي ضربة تجري من الجنوب الى الشمال في استقامة تامة مسافة تر على اثني عشر كيلومتراً، مترسمة خط تصدع واضح بين جبل الهجفي والدحيلة في الجنـ وجبل تربان وضربة في الشمال. وترفد هذه القناة من الجانبين شعاب وعرة تصلها بزو قائمة، حيث أنها تتبع مجموعة من القواطع النارية المتآكلة ذات اتجاه شرقي ــ غربي و مسافات متقاربة بدرجة توحي بطو بوغرافية البادلاندز من حيث نعومة نسيجها (شكل ٧)

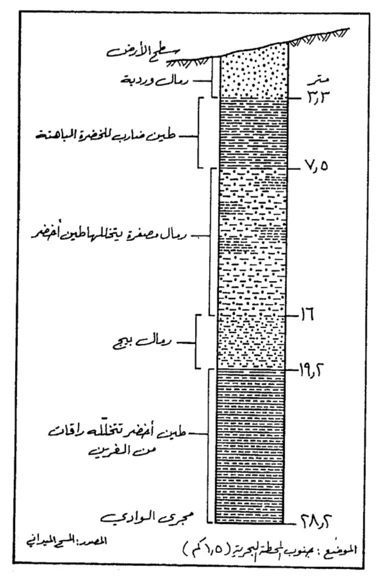
---

٧. Lloyd, J.W., 1969, The hydrology of the Southern desert of Jordan. UNDP/FAO, Investigations of the sandstone aquifers of East Jordan. Tec. Pept., no. 1, App., 1, p. 151 - 152.

٨. بندر، ١٩٧٤، مصدر سابق، ص ٢٦ ــ ٢٧.

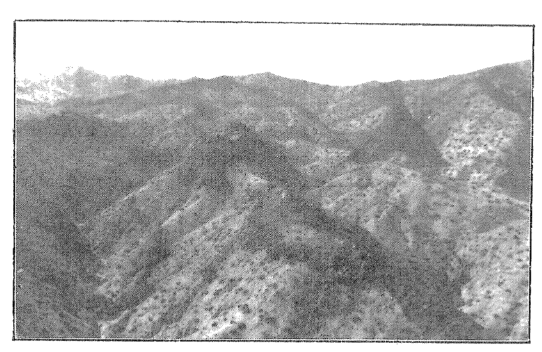
٩. بحيري، ١٩٧٢، مصدر سابق، ص ١٠.

و يقع الرافد الأكبر لوادي ضربة على مسيرة نحو كيلومترين فقط شرقي القناة الرئيسة و بموازاتها تماماً، وتدل شدة استقامته على ترسمه خط تصدع مسافة عشرة كيلومترات قبل أن يحيد غرباً دوراناً مع سفوح جبل تربان، ثم يجد سبيله الى القناة الرئيسة عبر عدد من الصدوع الثانوية والمفاصل التي تضطره لتغيير اتجاه مسربه الضيق مرات خلال بضع مئات من الأمتار. أكثر روافد وادي ضربة تطرفاً نحو الشرق رافد يدعى حجنى الذي تضرب منابعه بتل الجليف على منسوب ١١٤٠ متراً، ضمن قمة هذا التل يشق وادي حجنى مجراه شمالا وفي استقامة واضحة أيضاً مسافة خمسة كيلومترات، قبل أن يلتقي بعدد من



شكل (٦)

مقطع استراتجرافي في التكوينات الطينية والرملية على الساحل الشرقي لخليج العقبة



شكل (٧)

طوبوغرافية البادلاندز في المجرى الأعلى لوادي ضربة

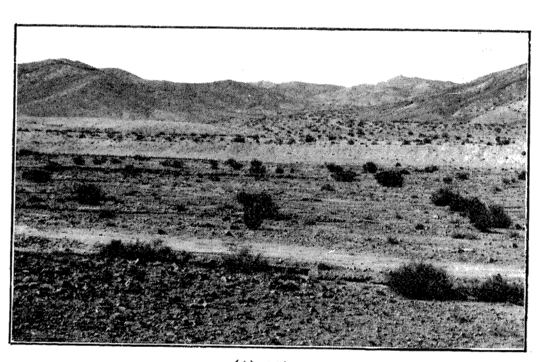
الروافد، تشكل في مجموعها نمطاً مثالياً من التصريف المستطيل Rectangular، كتعبير عن نظم التفصيل التي تتقاطع فلوقها بزوايا قائمة. وعلى بعد بضعة كيلومترات الى الشمال تكرر قنوات حوض وادي تربان نفس الأنماط الموجودة بحوض وادي ضربة (الأشكال ٢، ٣).

أما المناطق التي يسودها صنف صخري واحد متجانس التركيب فان نمط التصريف المائي الشجري Dendritic يبرز فيها بوضوح. واحد أفضل الأمثلة على ذلك فوهة الشقيري، حيث يتكون معظم السطح ضمن حدود حوض وادي الشقيري من صخر الكوارتز ديوارت Quartz diorite الأبيض في الحوض الأوسط، والجرانيب السماقي Aplite granite تجاه المنابع العليا بسلسلة الشقيري التي تكون ذراها فاصلا مائياً بين هذا الوادي و بين روافد وادي المهتدي المنصرف غرباً. اضافة الى تماثل تركيب الكوارتز ديوارت، فانه يندر أن تندس فيه العروق والشواطر التي تميز غيره من مركبات الجرانيت بالنجاد. ومن ثم فان المنابع العليا بجبال المهتدي والشقيري في الغرب تلتقي بزوايا حادة في نظام شجري مثالي، لتتجمع بعد ذلك في قناة رئيسة تسلك ممراً ضيقاً تحف به مسطبتين نهريتين (شكل ٨) مسافة ثلاثة كيلومترات بين قمتي أم عاضد في الشمال وأبو شيده في الجنوب، وكلاهما من صخور الجرانوديوريت الأشد صلابة. وأخيراً يدخل الوادي مجراه الأدنى فوق مروحة فيضية مشتركة مع وادي الفلق، الى الغرب مباشرة من الموقع الأثري لخربة الخالدي.

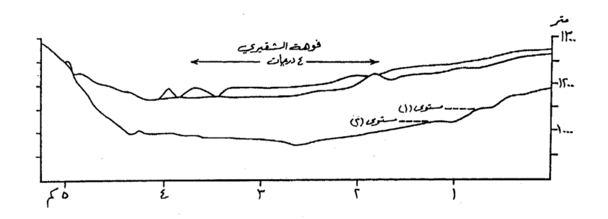
و يمثل الكوارتزديوريت بحوض وادي الشقيري نموذجاً لصخر هين ضعيف المقاومة، هاجمته عمليات التجو ية والنحت فنالت منه الشيء الكثير، حتى ليبدو وجه الأرض كمسطح

تسوية Erosion Surface (شكل ٩أ، ٩ب) ينحدر بلطف صوب الشرق (٤ درجات)، وتعلوه مجموعات من الروابي المستديرة، المتواضعة المنسوب، تتسق ذراها الى حد بعيد مما يؤكد أنها بقايا لسطح تسوية أقدم (حيث بلغت درجة الميل بين ذرى تلك الروابي ٤ درجات أيضاً). في حين تملأ الفجوات بينها رواسب الجريش المبثوثة في مواد طينية اشتقت من سبروليت الجرانيت Granite saprolite، حيث تعرض الصخر أزماناً طويلة لعمليات التجوية الكيميائية، التي حولت حبيبات الفلسبار الأبيض والوردي فيه، فضلا عن صفائح البيوتيت السوداء، الى مجرد مركبات طينية، بينما ظلت مكوناته من عقيدات الكوارتز على حالها من التماسك، فلم تتأثر الا قليلا، لهذا فان مكاشف الصخر تبدو للعيان سليمة للوهلة الأولى، غير أن حبيباته تنفرط باسراف تحت وقع الأحذية، كما تتداعى كتلة بسهولة بتأثير ضربات المطرقة، ليظهر تحتها جسم الصخر وقد أصابه العطب لأعماق تصل نصف متر وربما أكثر.

فضلا عن سبروليت الجرانيت الذي يوجد بمناطق أخرى متفرقة، هناك العديد من أشكال التجوية المأثورة عن أراضي الجرانيت بجهات العالم المختلفة، والتي أجمعت جمهرة الباحثين على أنها نتاج عمليات كيميائية في المقام الأول، منها بمنطقتنا الرجوم الطبيعية المعروفة باسم «الطور» Tores، وأحجار اللب Corestones، والصخور النخرة Fluted rocks. وهي جميعاً أشكال تمثل مراحل مترابطة من التجوية الكيميائية في ظل ظروف أرطب من المناخ القاسي الجاف في الوقت الحاضر. فحتى لو أخذنا في الاعتبار تأثير العامل الأوروغرافي،

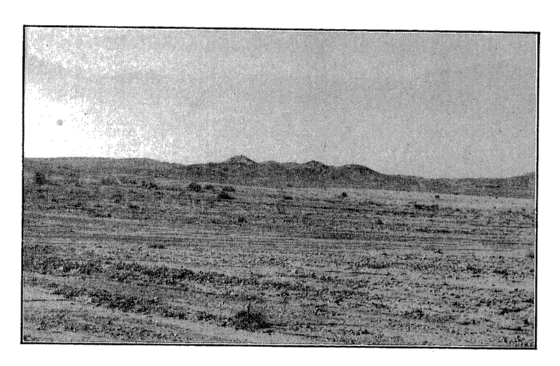


شكل (٨)
المصاطب النهرية في حوضه الشقيري



شكل (٩أ)

بانوراما يوضح طبيعة أراضي الكوارتزديوريت في منطقة الشقيري



شكل (٩ب)

أراضي الكوارتزديوريت ذات الروابي المستديرة في منطقة الشقيري

فـان مـعـدلات الأمـطـار الـسـنـو يـة عـند قمم الجبال، لا يمكن أن تتجاوز حالياً المائة وخمسة وعـشـريـن مـلـليـمـتـراً، وهـو قـدر مـن حـيـث الـكـم والتوزيع المركزليس بكاف لتفاقم النشاط الـكـيـمـيـائـي على نحو يتيح نشأة المظاهر التي أوضحناها، و بالتالي لا مفر من اعتبارها أشكالا احـفـوريـة Fossil forms تـخـلـقـت في ظل مناخ أرطب، ر بما خلال الأدوار المطيرة من الحقب الـجـيـولـوجي الر باعي، أو حتى ما قبله، وذلك عندما كانت طبقات من الحجر الرملي ما زالت تـغطي الصخور الجرانيتية، ومن ثم تكون أشكال التجو ية تلك قد بعثت Exhumed من تحت أغطية الرواسب التي غشت السطح ابان مراحل نشأتها.

تـتـخذ تليلات الطور أنماطاً متعددة وفق نظم التفصيل Jointing system التي غـالبـاً ما تـتـقـاطـع مـجـمـوعـاتـهـا بـزوايا شبه قائمة، تقسم جسم الصخر الى كتل ذات أشكال وأحجام مـخـتـلـفـة، تـتـراوح أبـعـادهـا ما بين بضعة سنتيمترات أو أكثر من نصف المتر، فأينما تباعدت المفاصل كالحال في الجرانوديوريت، والصخر السماقي، ينتج عن ذلك كتلا كبيرة ذات أشكال مـائـديـة أقـرب الى الاسـتـطـالـة أو التكعب، و باستمرار توسع المفاصل بتقدم مراحل التجو ية، تـتـمـلـس حـواف الـجـلامـيـد، وتـقـتـرب تدريجياً من التكور، فتبدو أكوامها كرجوم مرصوصة، و يـنـتـهـي الأمـر بـأن يـتـحـرر مـا كان منها على الهوامش، فلا تلبث أن تتداعى كأحجار لب، تـتـعـرض فـيـمـا بعد لمزيد من التقشر والتكور، أو الانشطار على امتداد ما بها من شروخ دقيقة Hair cracks . أمـا في حـالـة تـكـاثـف شـبـكـات المـفـاصل بجسم الصخر، فان ما تحده من كتل صغيرة، تتآكل بسرعة، فلا تخلف سوى شظايا وحصوات حادة.

مـن واقع المشاهدة الميدانية يمكن القول بأن ظاهرة الرجوم الطبيعية بالمنطقة قد مرت بـمـرحـلـتين حسب نظريتي لينتون Linton وديميك Demek (١٠) : أولاهما مرحلة تجو ية تحت سـطـحـيـة Subsurface مـزمـنـة (شـكـل ١٠) نـخـرت كتل الصخر على طول الشقوق التكتونية Tectonic fissures عـنـدمـا كـان الجرانيت دفينا أسفل الغطاءات الرملية، أما المرحلة الثانية فـتـتـأتـى بـانكشاف السطح الجرانيتي للعوامل الظاهرية Subaireal بعد تخلصه من الضغوط الـنـاجـمـة عـن ثـقـل الـغطاءات الرملية عقب ازالتها. و يشكل السفح الشمالي لجبل أبو شيدة والسفح الشرقي لجبل ام عـاضد نموذجاً لهاتين المرحلتين، حيث تظهر أكداس الرجوم المنهارة على الـسـطـح الـعـلـوي لهذا الجبل، وقد تساقطت أحجار اللب المكورة على امتداد السفح حتى الـحـضـيض، و بالتالي يعتبر هذا الصنف من الرجوم العليا Skyline tors بمثابة مخلفات نحت Erosion remnants هـي كـل مـا تبقى من المرحلة المتقدمة. بينما في منتصف المسافة بين قمة هـذا الـجبل وحضيضه، كشف وادي الفلق كتل الجرانيت وقد مزقتها المفاصل، واستشرت فيها عـمـلـيـات الـتـجـو ية، الا أن جسم الصخر ما زال محتفظاً بكيانه، باستثناء انفصال ميكانيكي

---

١٠. Linton, D., L., 1955, The problem of Tors, Geog. Jour., 121, p. 420 - 487.
Demek, J., (ed.), 1972, Manual of detailed geomorphological mapping, Academia, Prague, p. 198.

مفصلي Joint block seperation للعديد من الكتل الجلمودية الضخمة الزاوية Angular الأشكال (شكل ١٠).

التجوية التفاضلية Differential weathering ظاهرة عامة واسعة الانتشار بكافة أرجاء نجاد الجرانيت، و يرجع ذلك الى شدة تنوع الصخور النارية وتباين أعمارها، وتنوع تركيبها المعدني والميكانيكي (١١)، وتعدد ألوانها وأصنافها بحيث يطلق عليها عادة اسم مجموعة المركبات النارية Igneous complex كتعبير عن هذا التباين، والذي ترتب عليه اختلافات واضحة في درجة صلابتها، ومدى استجابتها أو مقاومتها لعمليات التجوية. و بصفة عامة تشتمل مجموعات الصخور بالمنطقة على ثلاث فئات رئيسة هي: مجموعة الجرانوديوريت والكوارتزديوريت وهي أقدمها. أما المجموعة الثانية وهي الأحدث من الجرانوديوريت فتضم جرانيت البلاجيوكليزوجرانيت Calc - alkali granite والجرانيت السماقي Aplite granite. و يطلق على هذه المجموعة اسم الجرانيت الرمادي. و يعتقد بأن أحدث الصخور الجرانيتية هو الجرانيت القلوي Alkali granite والذي يشار اليه بالجرانيت الوردي. وتضم هذه الفئات طائفة كبيرة من الشواطر والاندساسات التي منها ما هو حامضي، ومنها ما هو قاعدي، كما أن بعضها بين بين، وهي ذات أعمار مختلفة تتراوح بين ما قبل الكامبري، والكامبري الأوسط. كما تتباين النسبة المساحية للشواطر والاندساسات في فئات الصخور الجرانيتية الثلاثة. اذ تتراوح تلك النسبة بين ١٢٪ و ٤٠٪ في الجرانوديوريت، و ٢٪ ــ ١٠٪ في الجرانيت الرمادي، وحوالي ١٪ فقط في الجرانيت القلوي (١٢).

وتتميز الأنواع الحامضية سواء من بلوطونيات القاعدة أو من الاندساسات العرقية بشدة مقاومتها للتجوية والنحت، في حين تهون عليهما الأصناف القاعدية مما يفسح المجال لنشأة نماذج رائعة للتجوية التفاضلية. فمن بين القواطع الحامضية يبرز الجرانيت السماقي aplite granite بأنواعه كأكثرها مقاومة للعناصر Elements بفضل اشتمال تركيبه على نسب عالية من الكوارتز، قد تبلغ نسبتها ٤٠٪ (١٣)، فضلا عن اندماج حبيباته، وكثافة قوامه لصغر حجم البلورات، ومن ثم كان تأثر هذا النوع من الشواطر بالتجوية محدوداً، لذا تظهر اطرافه في كثير من المواضع كسنامات نافرة مسننة، تبرز فوق مستوى أسطح البلوطونيات التي تحتويه، وتختلف ألوانه ما بين الضارب للحمرة، أو البني الذي لوحته التجوية. وقد يزيد

---

١١. Abed, A. M., 1985, On the supposed precambrian palaeostructure along the Dead Sea Rift, Jordan, J. Geol. Soc. London, 142, 527 - 531.

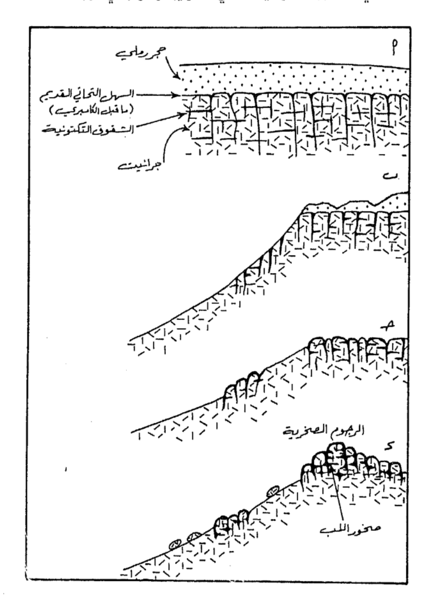
١٢. عابد، ١٩٨٥، المرجع السابق، ص ٥٢٧ ــ ٥٢٨.

Boom, G., and Lahloub, M., 1964, Geological and petrological investigations of the igneous rocks in the area of Quweira, Southern Jordan. Unpub. Rept., German Geological Mission, p.17-52.

١٣. المصدر السابق، ص ٤٣.

عرض الواحد من هذه السنامات على بضعة أمتار، كما يمتد ما بين بضع مئات من الأمتار وثلاثة كيلومترات. وتشاهد هذه السنامات بكل من جبل العرف و باقر وكريفة وغيرها.

غير أن بعض العروق والقواطع الحامضية تتداعى بسرعة بفعل التجوية، متى كانت هذه الاندساسات متداخلة في بلوطونيات أكثر منها حموضة، عندئذ تظهر مواضعها المتآكلة كأخاديد غائرة في صخور الجرانيت التي تحتويها وتفوقها في درجة الحموضة، من ذلك



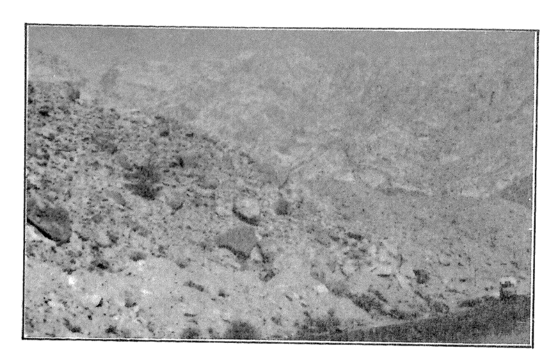
شكل (١٠)

تطور أشكال الرجوم الصخرية وصخور اللب

اندساسات الديابيز الذي تتراوح ألوانه بين الأسود الضارب للخضرة، وكذلك الكوارتز ديوريت. وينسحب هذا أكثر على مجموعة القواطع والعروق القاعدية من أنواع الدلوريت والمشتقات البازلتية. وقد انعكست كثافة هذا النوع من الشواطر ووفرتها في الصخور على كثافة شبكات التصريف المائي للأودية، حيث ترتفع كثافة الشعاب والأودية حيثما ارتفعت النسبة المساحية للشواطر والاندساسات في الصخور الجرانيتية. ومما يجدر ذكره، أنه ينتج عن تجوية العروق المندسة حطام صخري حاد الزوايا، يتألف من حصوات وأحجار صغيرة متعددة الألوان، بينما تؤدي تجوية بلوطونيات الدرع العربي الى انفصال كتل كبيرة، وجلاميد ضخمة عن جسم الصخر، فضلا عن انفراط بلورات أسطحة المكشوفة كجريش Gruss بتأثير عامل التفاوت الحراري.

رغم وفرة الأنقاض الصخرية بفضل سرعة معدلات التجوية، فان وعورة المنحدرات تساعد على عدم استقرار المواد المفككة، وانبعاثها في حركة جماعية Mass movement هبوطاً تجاه الحضيض، لتكتسحها مياه السيول العنيفة بالجملة Mass transport وتفرشها على بطون الوديان وأسطح المراوح الفيضية. و بالاضافة الى السقوط الحر Rock falls، وانهيال مخاريط الحطام Debris slide عند قواعد الجروف، فان وفرة المواد الطينية الناجمة عن التجوية الكيميائية لبعض معادن الجرانيت، قد أدت الى تكرار ظاهرة التدفقات الأرضية Earth flow، التي ربما كان بعضها نتاج آخر الأدوار المطيرة في البليستوسين. وتوجد أفضل نماذجها على جانبي المجرى الأدنى لوادي اليتم (شكل ١١)، عندما تختنق فجوته فتضيق الى أقصى حد شرقي آبار المياه القديمة، هناك تبدى مقاطع الطريق البرية وسكة الحديد قواعد عدد كبير من التدفقات الأرضية العملاقة، التي يميزها عن رواسب المصاطب النهرية بنفس المنطقة، خلو السنة التدفقات من أي أثر للتطبق Stratification أو التصنيف Sorting بدليل الاختلاط العشوائي لأحجام مكوناتها من حبيبات الطين والرمال والحصباء والجلاميد الحادة مما يؤكد منشأها المحلي بأعالي سفوح جبل باقر وجبل كريفة. و بالاضافة الى وفرة المواد الطينية ووعورة المنحدرات (شكل ١٢أ، ١٢ب) فان تعرض المنطقة لحركات الباطن يمكن أن تكون باعثاً هاماً على تفاقم الانزلاقات الأرضية ابان نوبات النشاط التكتوني في الحقب الرباعي.

ابتداء من حوض وادي أحيمر ـ الركية حتى الحدود الشمالية لمنطقة الدراسة، تتغير المعالم الجيومورفولوجية تغيراً تاماً بسبب اختفاء بلوطونيات القاعدة تحت طبقات متنامية السمك من الصخور الرملية والكلسية، التي تتراوح أعمارها ما بين الكامبري والأيوسين. ولعل أهم ما يسترعي الانتباه عند مقارنة هذا الجزء من المنطقة بأراضي الجرانيت في الجنوب، ذلك الفارق في المناسيب الذي يتجاوز المائة متر بين أعلى البقاع هنا في جبل الجو يزات (١٧٠٨ أمتار) على مسيرة عشرة كيلومترات شمالي جروف رأس النقب، و بين أعلى قمم الجرانيت بجبل باقر (١٥٩٢ متراً)، فرغم أن حركات النهوض التي رفعت أراضي



شكل (١١)

التدفقات الأرضية على جانبي المجرى الأدنى لوادي اليتم

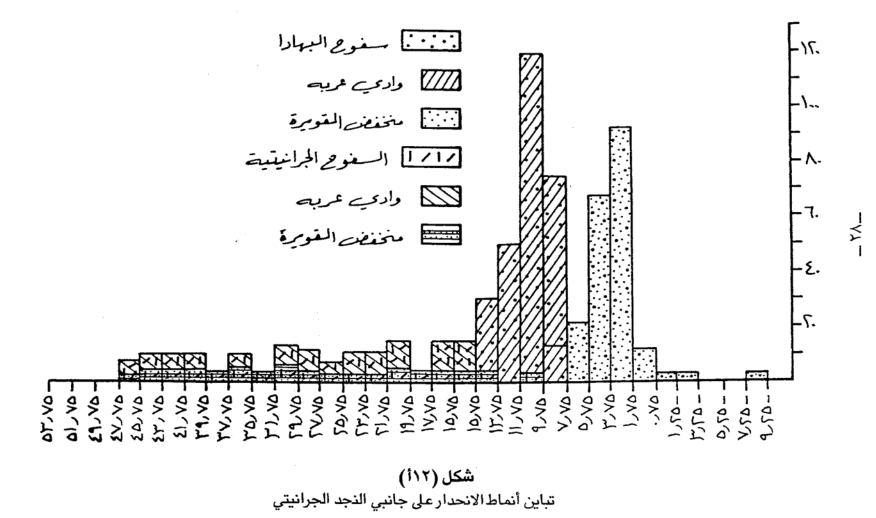
النجاد قد بلغت أقصى جهد لها في الجنوب (١٤)، الا أن الوضع الطوبوغرافي الراهن يعبر عن النقيض، وربما كان أحد أسباب هذا التناقض تضاؤل سمك الرسوبيات بالامعان جنوباً (١٥) — أو عدم ترسب الطبقات الكلسية الصوانية — كما أن عظم حركات الرفع في الجنوب رافقتها عمليات تعرية أكثر نشاطاً مما أتاح لها ازالة الرسوبيات، وانكشاف صخور القاعدة على السطح وازالة أجزاء منها مما أدى الى تدني مناسيبها الى الحد الذي ذكر آنفاً.

ان ما حدث خلال مراحل جيومورفولوجية غابرة من ازالة طبقات الرسوبيات عن أراضي الجرانيت، نراه يتكرر حالياً بالقسم الشمالي من المنطقة، و يتجلى هذا بوضوح في أحواض عدد من الوديان الرئيسة هي من الجنوب الى الشمال : وأدى أحيمر — الركية، فوادي السيلة — غرندل، ثم وادي دلاغة — أم قصيب، وأخيراً وادي أبو برقا. ففي الأحباس العليا من هذه الأودية، تجري الروافد على مجموعة الصخور الكلسية، مترسمة الانحدار العام لسطح الأرض في نظام شجري نمطي، بينما تنفرج مقاطعها العرضية لتقترب من شكل الحرف اللاتيني V رغم وعورة السفوح الجانبية. ولكن حالما تدخل هذه الأودية الأحباس الوسطى من أحواضها، تتغير خصائصها الجيومورفولوجية تماماً من حيث النمط والشكل والأبعاد،

---

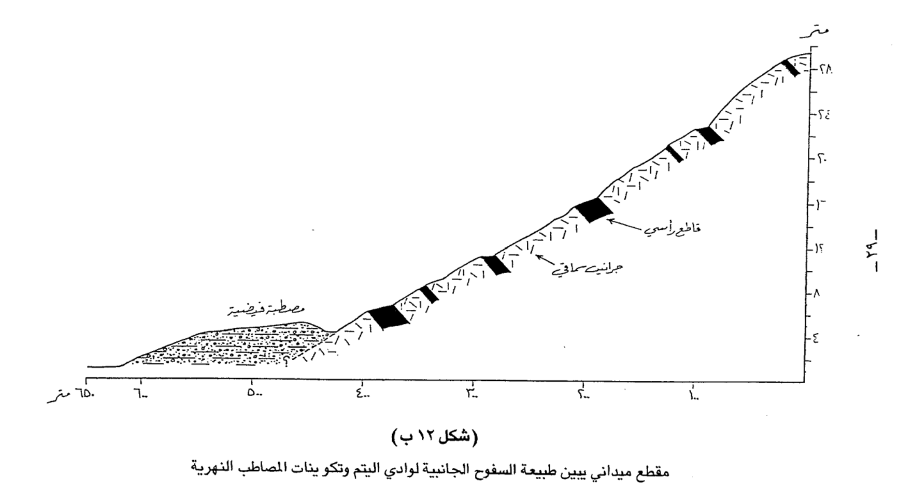
١٤. بندر، ١٩٧٤، المرجع السابق، ص٠

١٥. بندر، نفس المصدر، ص ١٩ — ٢٠.



شكل (١٢أ)

تباين أنماط الانحدار على جانبي النجد الجرانيتي



(شكل ١٢ ب)

مقطع ميداني يبين طبيعة السفوح الجانبية لوادي اليتم وتكو ينات المصاطب النهرية

فأينما بلغت القنوات في قطعها الرأسي مجموعة الصخور الرملية، تعمقت بسرعة في طبقاتها الهشة الضعيفة التلاحم، فيزداد لذلك انحدار الجوانب بدرجة تؤدى الى تسارع عمليات تداعي المنحدرات Slope failure، التي يزيد من تفاقمها توافر راقات المارل والطين بقاعدة مجموعة الصخور الكلسية الحقيدية للكريتاسي الأعلى، فتتكرر ظاهرة الانزلاقات الصخرية في ظل معدلات أمطار وفيرة نسبياً تبلغ ١٥٠ ململيتر سنو ياً.

بالامعان غرباً تخترق الأودية أراض خالصة من الحجر الرملي الذي تتحكم بناه المفصلية في مسار القنوات بشكل يجبرها على تغيير اتجاهاتها بزوايا قائمة وأكواع حادة متقاربة، فيما تتعامد الشعاب الجانبية على قنوات الروافد التي تنصرف اليها، كانصياع لشقوق المفاصل الثانو ية في تقاطعها مع المفاصل الكبرى. وأينما استقامت مجاري بعض الروافد لمسافات طو يلة، فان ضوابط الاتجاه تكون اما خطوط تصدع، أو مفاصل أو شقوق تكتونية كثيفة على الأرجح، وتتعدد نماذج هذه الظاهرات بالأحباس الوسطى لكافة الأودية الكبرى في هذه المنطقة. وعلى حين تتسع بطون الأودية لتبلغ مئات الأمتار في كثير من المواضع، فان جوانب جرفية تنتصب في حدة فوق البطون بحيث تتراوح زوايا معظم عناصر المنحدرات ما بين ٥٠ و ٩٠ درجة، وأحياناً يتجاوز بعضها ذلك القدر فيبرز شطر من السفح كجروف معلقة Hanging slopes آيلة للسقوط. ومن المؤكد أن عمليات الانهيار الأرضي تتم على امتداد أسطح قص Shear planes عندما تتوسع فرج المفاصل الهامشية بالتجو ية مع الزمن. وقد يكون للرجفات الزلزالية المتكررة دور بارز في توسع المفاصل (١٦). فتفقد كسف الصخور قدرتها على التماسك، وتهوى مخلفة وراءها حوائط صخرية صقيلة ومخددة بفعل عمليات العرك Gouging البطيء ابان مراحل انسلاخها عن جسم المنحدر. ونظراً لضعف تلاحم حبيبات الصخر، فان الجلاميد أثناء ترديها تتهشم وتسحق تماماً قبل أن تبلغ الحضيض، لهذا تخلو رواسب بطون الوديان من الجلاميد الضخمة التي تزخر بها بطون أودية تلال الجرانيت، فكل ما هنالك رواسب من رمال تدل ألوانها على اشتقاقها من الصخور المجاورة مباشرة، مع خليط من حصوات كوارتز وأخرى من الصوان والأحجار الكلسية المكورة التي جلبتها السيول من نطاق المنابع حيث تسود تكو ينات كلسية.

تجاه الأحباس الدنيا من أحواض الأودية، بلغت عمليات التعرية مرحلة متقدمة بحيث فصلت الكتلة الأرضية الى مجموعات من القور والهضيبات الوعرة الحواف، التي يشكل بعضها جزراً مخروطية أو مائدية، تدور حولها قنوات الوديان وتتشعب مجاريها، حتى ليصعب أحياناً تمييز المجرى الرئيسي من الفرعي على الطبيعة. وتتسع الفجاج تدريجياً بين

---

١٦. El- Isa, Z.H., 1985, Possible induced earthquake activity along the Dead Sea transform fault system. Jour. of the University of Kuwait (Science), 12, 275 - 84.
—————, and Mustafa, H., 1987, Earthquake deformations in the Lisan deposits and seismotectonic implications. Geophysical Jour. of the Royal Astronomy Society, In press.

تلك الروابي كلما اقتربنا من المصبات، حتى ليصبح المظهر العام للاندسكيب هنا شبيهاً بمخلفات النحت الأثيرة عن صحراء حسما الرملية الى الشرق من الطريق الصحراوية. ولا شك أن في هذا التناظر ما يدعو الى الاعتقاد بأن العمليات الجيومورفولوجية بكل من حسما والأحواض الدنيا بمنطقتنا متماثلة، وان اختلفت في الدرجة أي في مرحلة التطور الجيومورفولوجي والقرب والبعد عن تأثير التكتونيات البليستوسينية والهولوسينية. فعلى حين بلغ تآكل الكتلة الأرضية بحسما حداً أطاح بمعالم معظم شبكات الأودية التي أتت عليها في متاهات من القيعان المنبسطة، والمسطحات الرملية الطينية المستوية، فان مجموعات الأودية هنا ما زالت في أوج نشاطها، وينبىء تعمقها حالياً عن مرحلة تصاب ربما كان مبعثها توالي انخفاض مستوى القاعدة بوادي عربة. وبناء على ذلك، فان ما ذهب اليه أحد الباحثين في دراسة سابقة (١٧) من تقرير فعالية المياه الجارية في تشكيل معالم وجه الأرض بحسما حتى اليوم له ما يبرره، رغم انكار نفر من الباحثين لهذه الحقيقة (١٨).

يؤازر المياه الجارية في نشاطها الحتي هنا، تفاقم عمليات التجوية بكافة أنواع الصخور الرملية. وقد أفاض عدد من الباحثين في شرح آلية تلك العمليات*، التي غالباً ما تبدأ بالتحلل واذابة المواد اللاحمة بين حبات الرمل في الصخر، وتنتهي عادة بتفسخه وانفراطه أو سحقه، ومن ثم يقع نتاج هذه العمليات من حطام الصخر تحت طائلة الجاذبية الأرضية، فتتسارع لذلك عمليات الانهيارات الأرضية بأنواعها السريعة والبطيئة، فضلا عما تذروه الرياح من الرمال الناعمة.

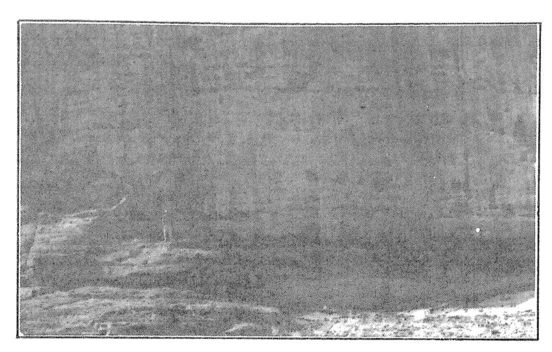
من أبرز مظاهر التضرس على نطاق مجهري Micro relief فجوات التافوني (شكل ١٣) التي ترصع صفوفها واجهات الحوائط الصخرية على جوانب الأودية وتتجسد هذه الأشكال الصغرى النشاط المشترك لفعل التجوية الكيميائية والميكانيكية بطبقات الحجر الرملي الكامبري والأوردوفيشي. وترجع أصول هذه الفجوات الغريبة الى عدة أسباب، من بينها انفراط عقد أكاسيد الحديد وتساقطها من مكاشف طبقات الحجر الرملي الكامبري، وكذلك تخلع حصوات الكوارتز من مكاشف الحجر الرملي الأبيض الأوردوفيشي الأدنى، عندئذ تشكل المواضع التي كانت تشغلها هذه العقد والحصوات فجوات جنينية، تظل بعد ذلك تتسع وتغور في جسم الصخر بفضل توالي انفراط حبات الرمال من جدران الفجوات ميكانيكياً، كما أن دوارات الهواء أثناء هبوب الرياح تحمل حبيبات الرمال المنفرطة وتدفعها في حركة رحوية داخل الفجوات، فتتآكل وتزداد أبعادها بسرعة، حتى ينتهي الأمر باتصال

---

١٧. بحيري، مصدر سابق، ١٩٧٢، ص ١٥.

١٨. Osborn, G., & Duford, J.M., 1981, Geomorphological processes in the Inselberg region of South-Western Jordan, Palestine Exp. Quar., Jan-June, p. 11.

* انظر: بحيري، المصدر السابق، ص ١٦ ـ ١٧، وأيضاً أوزبورن وزميله، المصدر السابق، ص ٨ ـ ١١.



شكل (١٣)

فجوات التافوني بصخور الحجر الرملي الكامبري

المجموعات المتجاورة منها، فتبدو الواجهة الصخرية مثقبة في أنماط تشبه قرص النحل Honeycomb.

يضاف الى ذلك أثر مياه الأمطار المتسربة عبر مسام الصخر وشقوقه الشعرية، حيث تذيب هذه المياه شيئاً من المواد الكلسية اللاحمة لحبيبات الصخر، ثم تعود شعرياً الى السطح بعد جفافه وقد حملت ضمن المحلول الصاعد جسيمات دقيقة من أكاسيد الحديد، ترسبها كقصرة صلبة تغلف ما تحتها من رمال فقدت تلاحمها، فمتى تعرضت هذه القصرة للتكسر في أي موضع منها، انفرطت الحبيبات من تحتها، مخلفة وراءها فجوات ذات أبعاد متماثلة، وأنماط هندسية يتوقف توزعها على ما بالصخر من مفاصل. لذا تشاهد ظاهرة التافوني وقد انتظمت فجواتها في صفوف، بحيث يفصل فراغ كل منها عما يجاوره أعمدة رفيعة ذات ألوان صدئة بفعل ترسب جسيمات أكاسيد الحديد عندما تسيل مياه الأمطار المحملة بها على الواجهات الجرفية لروابي الحجر الرملي الكامبري بصفة خاصة.

يرتبط بأثر مياه الأمطار في الاذابة والترسيب ظاهرة أخرى هي أقرب ما تكون لأعمدة سقوف الكهوف الكارستية المعروفة باسم الهوابط والصواعد. ولكنها هنا تشاهد في مجموعات تزين جروف هضيبات الحجر الرملي الكامبري، متى توافرت شروط معينة أهمها أن تكون بأسقف تلك الهضيبات تجاو يف أرضية، تتجمع بها مياه الأمطار فترة زمنية كافية لتفاقم نشاط عمليات اذابة المواد الكلسية اللاحمة بصخور تلك التجاو يف، فاذا ما سالت المحاليل

هابطة من بعض الشقوق المفصلية بأعلى الجروف، تبخر الماء أثناء الرحلة عبر الحوائط الشاهقة، فتترسب كربونات الكالسيوم مع حبات الرمال على حواف الطبقات الحجرية البارزة، وتنمو تلك الترسبات في اتجاهين الى أسفل من حافة الطبقة الأعلى، والى أعلى من الطبقة التي تحتها، و ينتهي الأمر باتصال الجزئين (شكل ١٣). و بتوالي تلك العمليات تتشكل أعمدة مشرشرة تشاهد كما لو كانت أشرطة ستائر تتدلى من أسقف الهضاب، حيث يتجاوز ارتفاع بعضها ثلاثين متراً، وعرضها بضع عشرات من السنتمترات، يدعوها البدو «الطراقة»، وتفصل هذه الأعمدة بين فجوات الطبقات الحجرية المتآكلة مكونة صنفاً آخر من تجاويف التافوني يطلق عليها البدو اسم «المكنون». وعندما تنهار أعمدة الطراقات (جمع طراقة) في بعض المواضع تتواصل التجاويف وتتسع مع الزمن بحيث تشكل كهوفاً طبيعية يطلق عليها البدو «الطور» أو «الحقاب». وعندما يحسنها البدو يتخذون منها حظائر لمبيت أنعامهم يطلقون عليها اسم «المصن».

وهناك صنف آخر من أشكال الاذابة والترسيب، و يتم هذا النوع من العمليات عبر الشقوق المحشوة بالمتبخرات Crack filling التي أهمها الكلسيت، عندئذ تنشأ فراغات تمتد في صفوف عمودية مكان المادة المذابة بأعالي الجروف، لتعود فيترسب قسم منها عند الحضيض، الذي يبدو سطحه مبطناً بملاط من خليط كربونات الكالسيوم والرمال، تخدده مسيلات رفيعة في المواضع التي تتركز فوقها مياه الأمطار.

التجوية التفاضلية هنا ظاهرة عامة بصخور الكامبرى والأردوفيشي الأدنى فقط نظراً لتتابع طبقات من الحجر الرملي الصلب مع طبقات من الطين والطفل، ووفرة الطبقات الحديدية في الحجر الرملي الكامبري، والعقد الحديدية في الطبقات الانتقالية بين الكامبري والأوردوفيشي الأدنى، وتواجد الكوارتز (المرو) في الأوردوفيشي الأدنى. ولذلك كان من الطبيعي أن تتراجع التكوينات الرخوة بسرعة لتبرز فوقها طبقات الحجر الرملي الذي تزيد من صلابته مركزات من أكاسيد الحديد، ولكن باستمرار تراجع المواد الطينية، تقوض الطبقات الغطائية فتنهار وتتساقط، مما يسبب انفصال جلاميدها الى صفائح سميكة، استغلها الأدوميون ومن بعدهم الأنباط في مد القنوات على المنحدرات، لتوصيل مياه السيول الى صهاريج أرضية، منقورة في الصخر بالمواضع المناسبة.

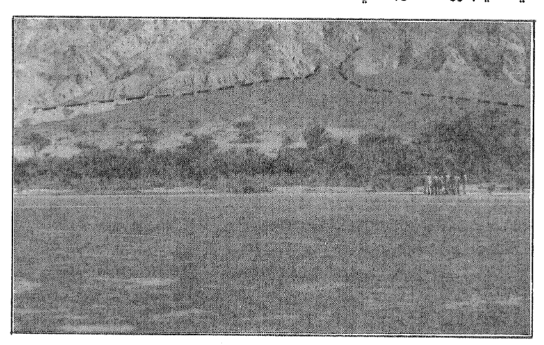
الى الجنوب من تل البريج الذي تلاطم قاعدته مياه خليج العقبة، تتباعد أعراف النجاد الجرانيتية شرقاً، ليواكب الساحل سفح حضيض رسوبي Alluvial piedmont يملأ فجوة مثلثة الشكل، تمتد قاعدتها مسافة تربو على ٦٥ كيلومتراً بأراضي الأردن والسعودية، ونظراً لتدرج ارتفاع سطح هذا السفح من مستوى سطح البحر الى مناسيب تتجاوز المائتي متر في الداخل، فان المياه الجارية قد نالت كثيراً من رواسبه الهشة بشكل يجيز ادخاله ضمن نطاق النحت، بيد أن ظروف ارسابه في بيئات مائية وقارية، ربما منذ أواخر البلايوسين، وما واكب ذلك من حركات نهوض تدل عليها خطوط شواطىء مرفوعة، كلها أمور تدعونا لمعالجة هذا السفح كجزء من نطاق الارساب.

٣٠٢ ـ نطاق الارساب : ـ

يشتمل هذا النطاق على ثلاثة أنماط جيومورفولوجية متمايزةً ومترابطة هي : المراوح الفيضية، والمسطحات الطينية والقيعان والسباخ، والأشكال الرملية.

٣٠٢٠١ ـ المراوح الفيضية : ـ

توجد أفضل نماذجها عند قواعد جانبي السلاسل الجبلية لمركبات القاعدة الجرانيتية، سواء في وادي عربة ابتداء من جنوبي ميناء العقبة حتى مصب وادي النخيلة، وهي مسافة تربو على ٥٥ كيلومتراً، أو تلك التي تشغل قاع الحفرة الصدعية لكل من وادي اليتم ورافده الأكبر يتم العمران، وهي أيضاً مسافة مساوية لنظيرتها بوادي عربة. ومن خلال المسح الميداني، أمكن التمييز ولأول مرة بين صنفين من المراوح على منسوبين مختلفين، مراوح عملاقة خاملة Inactive، تشكل منحدر ارساب متصل في بهادا نمطية ترجع الى أوائل الحقب الجيولوجي الرباعي أو حتى ما قبله، و يتراوح انحدار أسطحها ما بين ٥ و٧ درجات في وادي عربة ومراوح صغرى نشطة، يبلغ انحدار أسطح بعضها شمالي بئر طابة ١٢ درجة (أشكال ٣، ١٤). في حين يوجد تظيرها من المراوح الصغرى النشطة حالياً بوادي يتم العمران، دون منسوب سطح البهادا العتيقة ببضعة أمتار، وتوجد أفضل نماذجها غربي مخفر توتون (بين جبل الشريعة وجبل ام عش) على الحدود السعودية، وتتميز تلك المراوح الحديثة بانحدار لطيف لا يتجاوز ثلاث درجات في المعدل.



شكل (١٤)

المراوح القديمة والمراوح النشطة شرقي سبخة الطابة

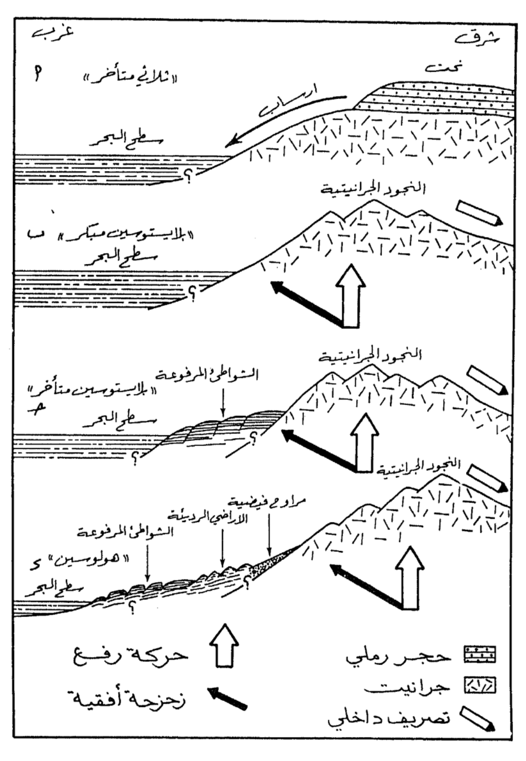
هـذا الـتناقض سواء في الوضع الطو بوغرافي أو في معدلات انحدار السطح بين الصنفين يعزى لأسباب تكتونية بالنسبة لوادي عربة، وأخرى مورفولوجية بالنسبة لمراوح يتم العمران. ففـي وادي عـربـة، كـان الـنشاط التكتوني مدعاة لخضوع سطح البهادا المستمر أمام حركات الرفـع الـحـديـثـة للـحـائط الجبلي، بحيث نشأت مجموعة من المراوح النامية النشطة بحمولة الأوديـة مـن الرواسب، بدرجة أدت الى ارتفاع معدلات انحدار أسطحها، حتى صارت كمرحلة وسط بين الأشكال المروحية Fans ومخاريط الحطام الصخري Talus cones التي تظهر نماذج مـنـهـا على الـسـفـوح العليا للحائط الجبلي، بينما استمرت مياه السيول تكتسح رواسب أسطح المراوح الفيضية القديمة من خلال عمليات شق شبكات من القنوات المجدلة Braided عبرها، فصارت عرضة للنحت والازالة، بدلا من التوضع والارساب.

أمـا أسـطـح الـبـهـادا الـقـديـمـة وعـلاقـتـها بالمراوح الفيضية الناشئة دونها بوادي يتم العمران، فهي نتاج تاريخ جيومورفولوجي معقد، يختلف تماماً عما أوردناه بخصوص البهادا الـغـربـيـة في وادي عـربـة، فـهـنا تشير الشواهد الى احتمال نشأة نظام تصريف مائي متكامل ربـمـا مـنـذ عصر الميـوسـين، وقد ضم هذا النظام كلا من حوض وادي اليتم الحالي اضافة الى حـوض وادي مـبـرك الذي ينتهي الى ساحل الخليج أمام قرية حقل السعودية. ومن المؤكد أن الـصـلـة بـيـن الـحـوضـين كانت تتم عن طريق القسم الأدنى من وادي يتم العمران الذي يقع ضـمـن نطاق الصدع الرئيسي المعروف بصدع القو يرة، وهو الذي حدد مسار القسم الأعظم من وادي اليتم والمبرك. وقد استطاع هذا النظام خلال الزمن الجيولوجي الثلاثي المتأخر أن يزيل طـبـقـات الـحـجـر الـرملي و يـلـقـي بـحطامها في الفجوة الأرضية Embayment الناشئة شرقي مـوضـع خـلـيج العقبة الحالي كنتيجة للتصدع وارتفاع كتله. والى الجنوب من هذا النظام أدى حـوض وادي ام جـرفـيـن الـمـنـتـهي الى الخليج عند الحميضة نفس الدور، فنشأ عن ذلك سفح رسـو بـي مـشترك عند مصباتهما، امتد ما بين البريج في الأردن، ورأس أبو عسيلي على مسيرة خمسة وستين كيلومتراً الى الجنوب داخل الأراضي السعودية.

و بـقـدوم تـكـتـونـيـات الـر بـاعـي المبكر، غشت مياه البحر منخفض خليج العقبة لأول مـرة(١٩)، وشـرع اليابس في النهوض تدريجياً الى الشرق منه، وقد ترتب على ذلك عدة نتائج ما بـرحـت شـواهـدهـا الـجيومورفولوجية واضحة تماماً في تفاصيل اللاندسكيب الحالي. أولى هذه الـنـتـائـج كان انقطاع الصلة بين وادي المبرك الأدنى ومجموعة اليتم بفعل بروز كتل السمراء وكـر يـفـة ـــ أبـو ردمان الجرانيتية في الداخل، ومن ثم تحول تصريف تلك المجموعة الى حوض داخلي شـبـه مـغـلـق على الـطـرف الجنو بي لكتلة رم وكتلة المرصد. وقد توضعت فيه الرواسب حـتـى مـلأت قـاع حـفـرة طولية، اختلطت بها الرمال الفيضية وحطام الصخور النارية، عندما انـكـشـفـت مـركبات القاعدة لعمليات التعرية المائية بعد ازالة أغطية تكو ينات الحجر الرملي (الشكل ١٥).

---

١٩. Said, R., 1962, The Geology of Egypt. Elsevier Publishing company., Amesterdam, p. 125-126.



شكل (١٥)

تطور أراضي الساحل الشرقي لخليج العقبة

وفي المياه الضحلة الصافية للخليج البحري الناشيء، نمت مستعمرات مرجانية على أطراف قاعدة السفح الرسوبي الغارقة تحت الماء، ولكن باستمرار ارتفاع اليابس، ظهرت هذه المستعمرات كخطوط شواطىء مرفوعة أعلاها على منسوب يزيد على أربعين متراً، وأدناها على منسوب ثلاثة أمتار فوق مستوى سطح مياه الخليج حالياً (شكل ١٦). وتتواجد بقايا الشواطىء المرجانية حتى الآن في عدة مواضع أينما سلمت من عمليات النحت المائي الذي تعرض له جسم السفح الرسوبي منذ أواخر البلايستوسين، وابان الهولوسين. في حين أدى انشاء طريق العقبة ــ حقل الى تدمير الشعاب السفلى، بحيث لم يبق منها سوى كتل محدودة تبدو كمصاطب مستوية الأسقف على ارتفاع يتراوح بين ستة أمتار وخمسة وأربعين متراً.

وقد أدى تواجد هذه المرجانيات على مناسيب مختلفة الى الاعتقاد بأنها ظهرت فوق سطح الماء ابان نوبات نهوض تعرض لها اليابس عبر الزمن الجيولوجي الرباعي(٢٠). ولعله مما يغري بهذا الاعتقاد استواء اسطح هذه البقايا حتى لتبدو وكأنها مصاطب قطعتها حركة الأمواج Wave - cut خلال فترات توقف حركات النهوض عند مستويات متعاقبة. وهذا الرأي ما ذهب اليه أيضاً كل من السياري(٢١) ومن بعده فيتافنزي(٢٢). بيد أنه تبين للباحثين مؤخراً من خلال مسح عدد من القطاعات الأرضية (شكل ١٧)، أن المرجانيات تقع على مناسيب متفاوتة تتراوح بين ثلاثة أمتار فوق الحد الأعلى للمد والجزر وما يربو على أربعين متراً في الداخل، ومن ثم فانه من المرجح أن تكون عمليات الرفع وبناء المستعمرات المرجانية قد استمرت على وتيرة واحدة، دون توقف يذكر، منذ أن طغت مياه البحر على قاع حفرة الخليج وحتى الوقت الحاضر.

بالنسبة لعمر هذه الشواطىء، فقد أوضح السياري بأن ما يقع منها على ارتفاع اثني عشر متراً عند رأس الشيخ حميد بالسعودية يعود الى ٣٥ ألف سنة مضت من خلال تأريخ كربون ١٤. أما فنزى فيرى من خلال التأريخ بنفس الطريقة أن المرجانيات الواقعة على ارتفاع خمسة عشر متراً جنوبي المحطة البحرية في العقبة يعود عمرها الى نحو ٢٩٥٠٠ سنة، في حين يؤرخ أدناها (على ارتفاع ثلاثة أمتار) بنحو ٣٨٠٠ سنة. فاذا أخذنا بعين الاعتبار المرجانيات التي تقع على منسوب خمسة وأربعين متراً فان عمرها ربما يكون ٧٠٠٠٠ سنة، أي أن تكونها تزامن أو تلا فترة دخول مياه البحر الى الخليج في مرحلة مبكرة من البلايستوسين الأوسط.

---

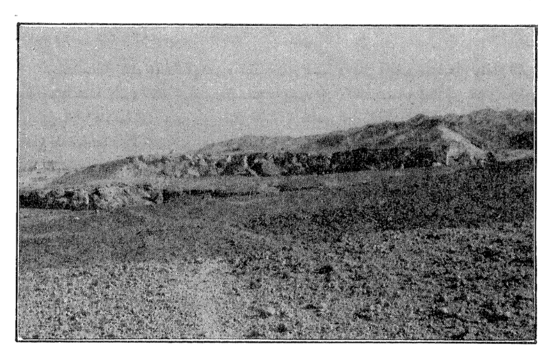
٢٠. بحيري، ١٩٧٢، مصدر سابق، ص ١٤.

٢١. Al- Sayari, S.S., et al., 1984, The Quaternary along the Gulf of Aqaba, In : Jado, A.R., and Zotel, J.G., (eds.), Quaternary period in Saudi Arabia. Springer Verlag, Vienna, p. 32-47.

٢٢. Vita- Finzi, C., 1987, 14C deformation chronology in coastal Iran, Greece and Jordan. Jour. Geol. Soc., London, 144, p. 559.

مـن نـاحية أخرى، ترتب على انقطاع الصلة بين مجموعة وادي اليتم ــ المبرك انعكاس العمليات المورفولوجية، حيث توقف الارساب، بينما نشطت عوامل النحت التي مزقت رواسب الـثلاثـي كـل مـمـزق، مـشكـلـة بـذلك نـطاقاً نمطياً من طبوغرافية البادلانذز، بكل مقوماتها المعـروفـة مـن حـيث تـكـاثف شبكات الشعاب والروافد، التي تفضي الى قنوات أودية خانقية وعـرة الـجـوانـب، تـكـشـف مقاطعها عما يقرب من خمسين متراً من تكو ينات طينية وطبقات رمـلـيـة، تـخلو تماماً من أي أثر لحطام الصخور النارية، و يظهر ذلك بجلاء على جوانب قنوات الأوديـة الـرئـيـسـيـة كـالمبرك والحميضة وأم جرفين على النحو الموضح بالمقطع الاستراتجرافي (أشكال ٦، ١٨).

في عـدد مـن الآفـاق، يـتـألـف المـقـطـع الاستراتجرافي قرب الساحل من توضعات طينية غـريـنـيـة زرقـاء أو صـفـراء، تـنـم عـن تراكمها في بيئة ترسيب مائي، لذا يحتمل أن يكون قاع المنخـفـض الأخـدودي لـلـخليج قد شغلت بعض فجواته سلسلة من مستنقعات مياه عذبة في وقـت مـا، ثـم تـلا ذلـك تكـدس سـريـع لـطـبقات الرمال فوق رواسب الطين نحو أواخر الزمن الـثـلاثـي. و يـدل تـنـوع ألوان مكونات الطبقات الرملية على صخور الاشتقاق، التي تتراوح من أعلى الى أسـفـل، مـا بـين رمال حمراء انتزعت من صخور الكمبرى، وأخرى صفراء مغبرة، هي غـالـبـاً نتاج نحت الحجر الرملي الأردوفيشي الأدنى، أما الرمال المشتقة من صخور أحدث، فلا تظهر بمقاطع الأودية لأنها غالباً ما تختفي تحت قاع الخليج.



شكل (١٦)

الشواطىء المرجانية المرفوعة على الساحل الشرقي لخليج العقبة

وفي حين بلغت منابع وادي المبرك وأم جرفين السفوح الغربية لتلال الجرانيت على مسيرة نحو عشرين كيلو متراً من ساحل الخليج، فان روافدهما الدنيا، فضلا عن عدد كبير من الوديان الصغرى كشريس ونو يبع، تتبع كلية من أراضي كتلة السفح الفيضي، ونظراً لاستمرار عمليات نهوض اليابس ببطء، فان النشاط الحتي لهذه القنوات على اشده، لدرجة أن مساحات كبيرة من الطبقات الرملية الطينية الهشة، قد تآكلت، تاركة وراءها مخلفات نحت ينتصب بعضها كمسلات أرضية، وهضيبات متداعية شرقي الطريق الساحلية، في الوقت الذي تجلب المنابع العليا للمبرك وأم جرفين توضعات من الجريش وحصباء الصخور النارية وجلاميدها، كي تفرشها تجاه المصبات المتشعبة لتلك الأودية، مشيدة منها مراوح فيضية جنينية حديثة، يمتد أكبرها زهاء كيلو مترين نحو الداخل.

عند حضيض الجانب الشرقي من الكتل الجرانيتية الناهضة، تراكمت الرواسب الفيضية في المنخفض الطولي لوادي اليتم ورافده العمران، وتدل رواسب الطمي والطين المستخرجة من الآبار على عمق يتراوح بين ١٥٠ و ١٢٥ متراً في وادي اليتم الأدنى(٢٣) على أن الحوض قد شغلته في وقت ما بحيرة قديمة مستديمة خلال فترة رطو بة، ربما تزامنت مع الدور المطير قبل الأخير، وتلا ذلك توضع طبقات سميكة من الرواسب الفيضية من حطام الصخور النارية، و بامتلاء الحوض بالرواسب علا منسوب قاعه حتى فاضت مياهه من اخفض فجوة اتيحت لها في سلسلة الجبال، غالباً على امتداد مجموعة من المفاصل الكبرى، وقد استطاعت المياه أن تحفر مصباً نشطاً شق طريقه الى وادي عربة لينتهي قرب الطرف الشمالي للخليج، فانفتح بذلك فج ماء Water gap في الموضع الذي يختنق عنده مجرى اليتم الحالي حتى لا يتجاوز عرض بطن واديه مائة متراً(٢٤). وفي أعقاب ذلك شرعت عمليات النحت المائي في قطع رواسب المرحلة السابقة، مشكلة بذلك مصطبة عليا على منسوب + ١٥ متراً فوق القناة الراهنة، (شكل ١٩) ولكن لسوء الحظ أن بقايا هذا المدرج قد أطيح بمعظمها، بفضل مد خط السكة الحديد على الجانب الجنو بي للوادي، وأعمال توسيع الطريق البرية عدة مرات على الجانب الشمالي.

فضلا عن هذا المدرج العلوي، هناك منسو بان أدنى لمدرجي ملء وقطع أحدهما على ارتفاع نحو عشرة أمتار عن سطح القناة الحالية للوادي، وتتألف مكاشفة من مواد غير كاملة التطبق poorly bedded، قليلة التصنيف، حيث تتراوح أحجام مكوناتها ما بين رمال ناعمة وجلاميد ضخمة، وتلك سمات ظروف ترسيب سريع ابان فترة مناخ شبه جاف، يمكن ارجاعها الى آخر الأدوار المطيرة في البلايستوسين. أما المدرج السفلي فهو عبارة عن مرحلة

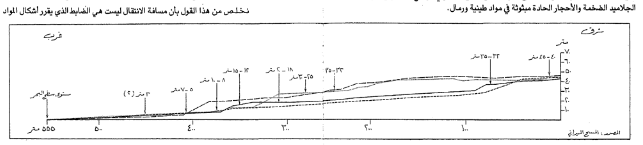
---

٢٣. Lloyd, J.W., "The Hydrology of the Southern Desert of Jordan", UNDO / FAO, Investigation of the Sandstone Aquifers of East Jordan. Tech. report, No. 1, 1969, pp. 151-152.

٢٤. بحيري، مصدر سابق، ص ١٣.

ثانو ية متأخرة، قطعت في الطبقات الدنيا لرواسب مبكرة توضعت في ظروف مناخ أرطب، يدل عليها تطبق واضح، وتصنيف جيد، بالاضافة الى تملس جوانب مكوناتها من الحصباء والأحجار(٢٥).

ارتبطت نشأة المدرجين الأوسط والأدنى بأحداث مورفولجية، مؤداها انبعاث عدد من الانزلاقات الأرضية العملاقة، كان من شأنها اغلاق مصب اليتم تماماً عند الفجوة، وتراكم الرواسب خلف السد لفترات زمنية مختلفة، حتى اذا ما أخلت المياه الجارية مفيض القناة من الركام المتهدل، نشطت عمليات القطع من جديد. لذا يبدو أن هذين المدرجين لا علاقة لهما بترنحات مستوى القاعدة ممثلا بالطرف الجنو بي لبطن وادي عر بة، بل الأرجح أن تكون الانزلاقات الأرضية هي السبب في احتباسات مؤقتة للتصريف المائي خلف الفجوة، سيما وان بقايا هذه الانزلاقات ما زالت موجودة على الجانب الشمالي للطريق (شكل ٣، ١٩) حيث كشفت مقاطعة قواعدها على امتداد عشرات من الأمتار في مواضع عدة، وفيها تبدو الجلاميد الضخمة والأحجار الحادة مبثوثة في مواد طينية ورمال.



شكل (١٧)

مقاطع ميدانية تبين الشواطىء المرجانية المرفوعة على الساحل الشرقي لخليج العقبة، ومناسيبها بالأمتار

بالنسبة للخصائص الحجمية والشكلية لمواد المراوح، فقد أثبتت دراسة العينة(٢٦) ان أحجام الجلاميد تتزايد بصفة عامة ابتداء من قواعد المراوح حتى رؤوسها، الا أن هذا يعد من قبيل فئات التصنيف الرديء باعتبار هذه الرواسب توضعات مياه جارية، فقد افترقت بعض العينات عن القاعدة العامة، وهذا أمر طبيعي اذ ينبغي أن لا ننسى الخواص السيلية

٢٥. نفس المصدر، ص ١٢.

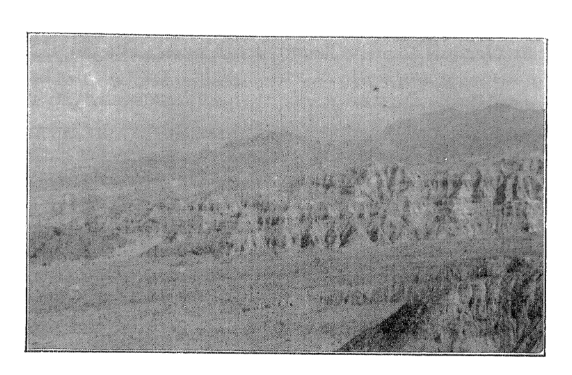
٢٦. صلاح الدين بحيري: حول تجربة العمل الميداني لطلاب الجغرافيا بجامعة الكو يت. وحدة البحث والترجمة، قسم الجغرافيا الكو يتية، ١٩٨٢، ص ٥٦ ــ ٥٧.

للجريان المائي هنا بسبب الظروف الصحراو ية، واختلاف جهد الماء على النقل باختلاف عنف التدفق من سيل الى سيل بشكل يؤدي الى خلط الرواسب، ومن ثم رداءة التصنيف، اضف الى ذلك تأثير الانسيابات الطينية المتكررة، والتي من سماتها التقاط رواسب من كافة الأحجام، لتحطها أينما غلظ قوام الانسياب فبطلت حركته، و بالتالي فان وجود جلاميد ضخمة قرب قواعد المراوح أمر مألوف.

من ناحية أخرى، ليست هناك علاقة ارتباط واضحة بين أشكال الرواسب و بين المسافات التي قطعتها هبوطاً على أسطح المراوح، فقرب القواعد توجد مواد زاو ية وأخرى مثلمة الحواف أو متكورة، بنفس النسب التي تشاهد في بقية أرجاء الأسطح المروحية الأعلى(٢٧)، ور بما كان مرد ذلك نشاط التجو ية الميكانيكية التي تسبب انشطار الحطام الصخري وتشظيه، ومن ثم حدة زوايا بشكل يفوق، أو حتى يلغى، أثر عمليات البرى Corrosion والتملس، التي يفترض نظرياً تزايدها طردياً بما يتناسب مع طول الرحلة.

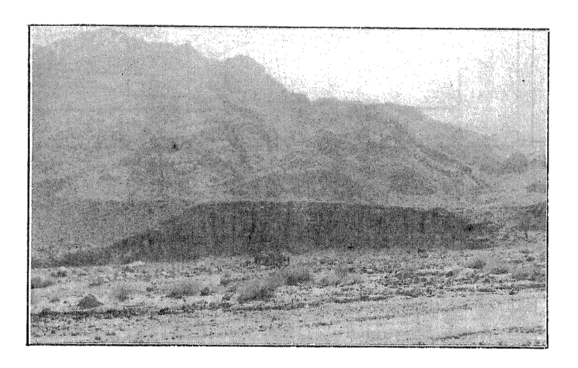
نخلص من هذا القول بأن مسافة الانتقال ليست هي الضابط الذي يقرر أشكال المواد المنقولة، بل العكس، فان شكل المواد المنقولة ر بما كان هو المتحكم في مقدار المسافة، مصداق ذلك حشود جلاميد تامة التكور وجدت بالقناة الرئيسية لمصب وادي ضربة الذي يواكب قاع وادي عر بة، على امتداد عدة كيلومترات شرقي قصائم الرمال، فالاحتمال الأرجح هو أن تكون تلك الجلاميد أحجارلب شبه كرو ية في منشئها بنطاق التلال الجرانيتية، وهذا الشكل من شأنه تيسير مهمة انتقالها مسافات بعيدة مع مياه السيول، و بالتالي يصبح طول مسافة الرحلة التي قطعتها دحرجة وارتطاماً، هي بمثابة عامل مساعد على تملسها، وأحياناً تكورها

٢٧. بحيري، مصدر سابق، ١٩٨٢، ص ٥٦ ــ ٥٩.



شكل (١٨)

التكو ينات الطينية والرملية التي ترسبت في بيئة مائية على الساحل الشرقي لخليج العقبة



شكل (١٩)

المصاطب النهرية في وادي اليتم

التام.

تختلف أنماط أسطح المراوح باختلاف العمليات الجيومورفولوجية التي خضعت لها ابان الحقب الجيولوجي الحديث، فبقايا المراوح البلايستوسينية التي ما برحت عرضة لعمليات النحت حتى الآن، تشقها شبكات من المصاب المتشعبة في نظام تصريف مجدل، تفصل بين أقنيته مساحات من أراضي الرق المستو ية، يتنوع قوامها بتنوع أحجام مكونات أغشية الحطام الصخري التي تعلوها، فأينما غلبت عليها فرشات من الحصباء، تشكلت مرتصفات صحراو ية desert pavement مثالية، وهذا هو النمط الشائع بمراوح وادي اليتم و بعض بقاع بهادة وادي عربة، ولكن الأمر يختلف بالنسبة لما يشاهد في مواضع أخرى، خاصة المراوح القديمة بوادي يتم العمران، حيث تتألف أغطية الحطام من أحجار وجلاميد صغيرة، تتصف بحدة زواياها، حتى لتقترب أشكالها من الكتل المكعبة، ومع ذلك تستوي أسطحها المرتصفة، التي ربما كان من الأجدر هنا تسميتها بدرع الصحراء desert armor، كي لا يكون هناك مجال للخلط بينها و بين هضاب الحماد الحجري* (شكل ٢٠).

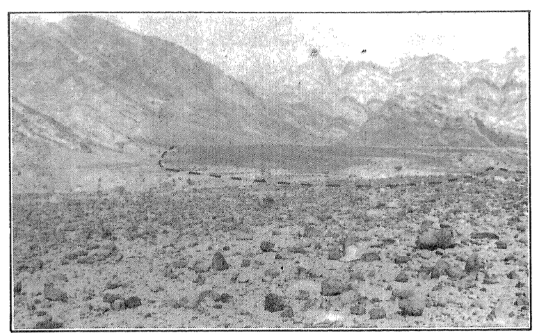
تتضاءل سفوح البهادة فجأة شمالي مروحة مصب وادي ضربة، و يعزى سبب ذلك الى تغير ليثولوجي بأحواض التصريف المائي من صخور القاعدة النارية في الجنوب، الى طبقات الحجر الرملي ابتداء من مجموعة أحيمر ــ الركية، حتى الحد الشمالي لمنطقة الدراسة. فالتجو ية النشطة بالصخور الرملية، من شأنها العمل على انفراط مكونات طبقاتها الهشة الى حبيبات صغيرة، تكتسحها مياه السيول، لتلقي بها على مسافات بعيدة في قاع وادي عربة، فما تلبث أن تبددها الرياح، فلا ينشأ عن رواسب مجموعة الأودية الشمالية رغم اتساع أحواض تغذيتها ووفرة صبيبها، سوى مراوح متواضعة الأبعاد، لا يمكن مقارنتها بالمراوح العملاقة المتوضعة عند حضيض التلال الجرانيتية كسفوح بهادة نمطية. يتواجد ما بين قاع السعيديين والخبرة شمالي سبخة طابة، أكبر تجمعات الرمال الهوائية بأراضي الأردن، و يرجع سبب ذلك الى توافر مصدر تغذية سخي، حيث تحمل المياه المنصبة من أودية القسم الشمالي بالمنطقة كميات كبيرة من الرمال الفيضية fluvial المنشأ، لا تلبث أن تتحول عقب توضعها الى رمال هوائية eolian عندما تحركها رياح الشمال الدائمة، والتي تتركز هباتها عبر الممر الطبوغرافي لوادي عربة، دافعة حبات الرمال مسافات متفاوتة، قبل أن تعود لتراكمها في مواضع مختارة، و بأشكال متنوعة.

القصائم هي أكثر الأشكال الرملية شيوعاً بالمنطقة، وتمتد سلاسلها على محاور شبه متوازية تشير الى غرب الشمال الغربي،والقصيم** في أبسط صورة هنا عبارة عن كومة مستطيلة من الرمال، قد تمتد بضع مئات من الأمتار، فاذا ما اتصل أكثر من قصيم تجاوز

---

* سميت الرقاع المستو ية المتبقية عن المراوح القديمة حمادة باحدى الدراسات. أنظر: حسن رمضان سلامة: جيومورفولوجية المراوح الفيضية المتطورة عن صخور غرانيتية في وادي عربة بالأردن. مجلة دراسات، الجامعة الأردنية، عدد، سنة ١٩٨٢، ص ١٩٦٢ و١٩٦٣.

** القصائم هي آجام الغضا، أو منبت الغضا والأرطى والسلم من الرمال. انظر: لسان العرب، لابن منظور، طبعة بيروت ١٩٥٦، ج ١٢، ص ٤٨٦.

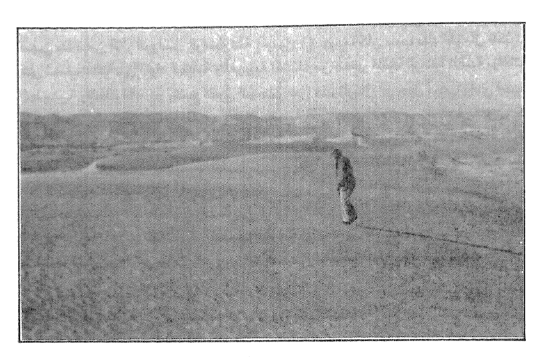


شكل (٢٠)
المرتصفات الصحراوية على المراوح الفيضية في وادي يتم العمران

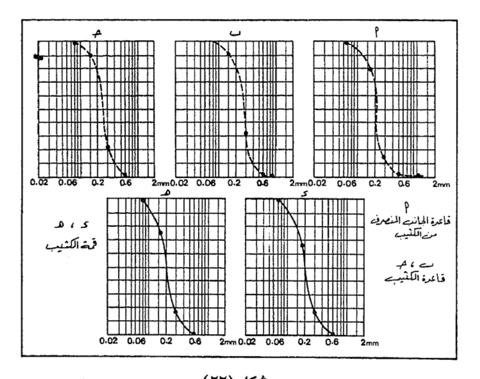
الطول كيلو متراً واحداً أو نحوه، أما ارتفاع القصائم فيحوم حول ثمانية أمتار وأربعة عشر متراً، وعرضها في حدود أربعة أمثال علوها، في حين تفصل بين أشرطتها ممرات أرضية، يتراوح اتساعها ما بين ٥٠ و ٨٠ متر (شكل ٢١).

وتعتبر القصائم تجمعات رملية ميتة أو مثبتة، لارتباطها في نشأتها ونموها و بقائها بآجام الشجيرات الصحراوية التي تنمو بوفرة في هذا الجزء من وادي عربة، خاصة اكمات الغضا والغردق، بيد أن وفرة الايراد الرملي هنا من شأنه تحول القصائم الى عروق كثيبية، تتحرك ببطء على قاع الوادي، حتى بلغت أشرطتها في سعيها جنوباً بدفع الرياح الشمالية، مشارف سبخة طابة طاغية بذلك على أشجار النخيل البري، التي دفن بعضها تماماً تحت أكداس الرمال.

وعلى ما يبدو، فان سرعة الترسيب في كثير من الأحيان، تؤدى الى غمر اكمات النبات، ومن ثم موته، عندئذ لا تجد رمال القصائم ما يربطها بالأرض، فتتحرك بحرية مع الريح، وتتحور أشكالها لتقترب تدريجياً من البنا الكثيبية المستعرضة Transverse dunes، التي تستقبل الريح بواجهات لطيفة الانحدار، ميلها ما بين ١٤ و ١٧ درجة، وتفضي أعاليها الى ذرى حادة، كي تهبط فجأة بواجهات وعرة في منصرف الريح Lee surface . و باستمرار انتقال حبيبات الرمال من الأسطح الواقعة في مهب الريح الى وهاد المنصرف عبر القمم، فان مجموعات من الكثبان تتحرك في تؤدة صوب الجنوب. وعلى العموم، فان رمال هذه الكثبان تتصف بالنعومة (شكل ٢٢) حيث تتراوح الأقطار الوسيطة ما بين ٢٠ر٠ و ٢٩ر٠ مللميترا،



شكل (٢١)
القصائم الرملية في وادي عربة شمالي سبخة الطابة



شكل (٢٢)
التوزيع الحبيبي لرمال القصائم الرملية في وادي عربة

فـهـي بذلك من أكثر الرواسب الرملية دقة (جدول ١)، وربما كان سبب ذلك اشتمال الكثبان على نـسـب عـالية من المواد الطينية والغرينية المشتقة من صخور المنشأ الرملية الغنية براقاتها الـطـيـنـيـة والطفلية(٢٨). و يتضح الفرق الحجمي بين هذه الرمال أي حول مصب وادي احيمر وتـلك التي تتواجد عند سبخة طابة من خلال العينة رقم و، ز حيث يتراوح الوسيط ما بين ٣٠ر و ٤٥ ر مـلـلـمـيـتـرا. و يرجـع سـبـب ذلـك الى أحـد أمـريـن : أما الى عمليات نسف وتذرية المواد الدقيقة أثناء حركة الرمال وزحفها جنوباً، أو اختلاط الرمال عند سبخة طابة بحبيبات غليظة مـن الـكـوارتـز المـشـتـق من الصخور الجرانيتية. هذا وتعتبر هذه الرمال جيدة التصنيف للغاية أيضاً، حيث يتراوح معامل التصنيف ما بين ١١ر١ و٥٦ر١. كذلك يبلغ معامل الميلان السالب ٩٣ر وهـذا يـدل عـلى غـلـبة المواد الناعمة في العينة. والتصنيف الجيد، حيث يبلغ معدل أقطار حبيباتها ما بين ٣ر٠ مم بنطاق الذرى، و ٤٥ رمم على الأسطح المواجهة للهبوب.

الـنـبـك صـنـف آخـر مـن الـتـرسبات الرملية التي تتجمع حول شجيرات المنطقة، وتتخذ كـومـات الـنـبـك أشـكـال الأسافين، حيث تشير رؤوسها الدقيقة الى الاتجاه الذي تنصرف اليه الـريـح، وهـو هـنـا صـوب الـجـنـوب مع ميل قليل نحو الشرق، أما قواعد النبك في مقتبل الريح فـتـسـتـرهـا الـشـجيرات، وتحمي رمـالها من العصف، وتنتشر حقول النبك فوق فرشات الرمال Sand sheets الـتـي تـغـشى الـقـسـم الـجـنـوبي من قاع السعيديين، فضلا عن أراضي الخبرة، والـحـاشـيـة الـشـمـالـية من سبخة طابة، حيث تفره شجيرات الغردق والغضا بكثافات عالية، بفضل ارتفاع منسوب الماء الجوفي حتى قرب سطح الأرض.

مـن المـعـروف أن شـجـيـرات الـصحراء معرضة للهلاك لأسباب طبيعية و بشرية شتى، فـتـنـفـض مـن حـولـهـا الرمال، وتدفع الرياح قسماً منها صعوداً على قواعد منحدرات الجانب الـشـرقـي لـوادي عربة، حيث تغشى السنتها السفوح المواجهة للريح كركام رملي sand drift، بـيـنـمـا يـشـكـل مـا يترسب منها على السفوح المقابلة ظلال رمال sand shadows، يملأ بعضها قـنـوات الـروافد والشعاب. وتستقر هذه الرمال في مواضعها حيناً، ريثما تغسلها مياه السيول، وتـلـفـظـهـا في الـنـهـايـة مـخـارج الأوديـة تـجـاه قـاع وادي عـربـة مرة أخرى في عملية تدو ير recycling مـسـتـمـرة اذ تـتـنـاو بها المياه الجارية، فتنقلها من نطاق المرتفعات الى الوادي تارة، لكي تحركها الرياح صوب قواعد المرتفعات تارة أخرى وفق نظام جيومورفولوجي مغلق.

يـغـور سـطـح الأرض بـبـعـض بقاع وادي عربة مشكلا سلسلة من المنخفضات المغلقة الـتـي ارتـبـطـت نـشـأتـهـا بعمليات الارساب الفيضي والهوائي، فاتصال قواعد المراوح الفيضية الـمـنـبـعـثـة من تلال الجرانيت وهضاب النقب على جانبي الوادي أدى الى عزل أجزاء من قاعه

---

٢٨. Amireh, B.S., 1987, Sedimentological and petrological interplays of the Nubian Series in Jordan with regard to paleography and diagenesis: Unpublished Ph.D thesis, Braunschweig University, p. 6-18.

جدول ـ ١ ـ الخصائص الحجمية للكثبان الرملية

رقم العينة	الوسيط	الربيع الثالث	الربيع الأول	معامل التصنيف	معامل الالتواء	
أ	٢١ر	٢٣ر	١٨ر	١ر١٣	٩٣ر	منطقة مصب وادى احيمر
ب	٢٩ر	٣٢ر	٢٣ر	١ر١٧	٨٧ر	
جـ	٢٧ر	٣٠ر	٢٤ر	١ر١١	٩٨ر	
د	٢٠ر	٢٧ر	١١ر	١ر٥٦	٧٤ر	
هـ	٢٠ر	٢٥ر	١١ر	١ر٥٠	٦٨ر	
و	٣٠ر	—	—	١ر١٩	٨٧ر	رمال سبخة الطابة *
ز	٤٥ر	—	—	١ر٤٠	٧٥ر	

* المصدر : بحيرى ، ١٩٧٢ ، مرجع سابق ، ص ٢٨ .

الخفيض على شكل فجوات أرضية، وأتت تكدسات الرمال الهوائية للكثبان فأتمت العزل(٢٩).

أكبر هذه المنخفضات سبخة طابة الكمثرية الشكل، ذات المساحة الرابية على خمسة وأربعين كيلو متراً مربعاً، والتي تتلقى جل صبيب أودية القسم الشمالي من تلال الجرانيت، و يحد هذه السبخة قواعد السفوح الفيضية alluvial piedmonts من الغرب والشرق، وتجمعات رملية من الشمال والجنوب، ولعل هذه التجمعات كانت سبب الاعتقاد الخاطىء الذي انزلق اليه باحثان عندما اعتقدا بأن أصل السبخة تجو يف تذرية(٣٠) hollow deflation، والصحيح أن رطوبة السطح (شكل ١٣) لا تساعد مطلقاً على عمليات النحت الريحي، بل العكس، تعتبر الرطوبة السطحية عاملا يؤدي الى اصطياد حبات الرمل وايقاف حركتها، و بالتالي تغدو السبخة بمثابة مسطح ترسيب هوائي، وليست مجال نحت.

يتخذ سطح السبخة سحنات متعددة، فالقسم الأوسط منها عبارة عن ملاحة حقيقية، لا تغشاها المياه الا فترات محدودة ابان عواصف المطر الشتوي، في حين يظل وجهها جافاً معظم أيام السنة، وهناك يستحيل نمو النبات، ليس بسبب ارتفاع ملوحة التربة فحسب، بل لوجود قصرة صلبة كتيمة تحت السطح بحيث يستحيل أن يضرب النبات فيها بجذوره، أو يجد التهوية aeration الكافية. وتلمع أغشية الأملاح المركزة على السطح حيث بلغت نسبتها ٤٤ر٢٧٪ من الوزن، ولكن هذه النسبة تتناقص بسرعة فتبلغ ٨١ر١٢٪ تحت السطح(٣١)، و٤٧ر٠٪ فقط على عمق متر ونصف المتر(٣٢).

الحاشية الشرقية من السبخة عبارة عن مسطح طيني موحل على مدار السنة، حتى في منتصف فصل الصيف الجاف، و يبدو أن سبب ذلك يعود الى رشوح المياه المنبثقة على امتداد أحد نطاقات التصدع، مما يسمح بنمو نباتي شبه مداري كث في واحة من النخيل البري والطرفاء والبوص والسمار والغردق والعجرم (شكل ١٤). هذا فضلا عن تميؤ محتوى التربة السطحية من الأملاح التي ترسب معظمها بواسطة محاليل جوفية مركزة، سحبت الى السطح بفعل الخاصة الشعرية، ولكن ثمة مصدر آخر للأملاح هنا، هو مملحة القسم الأوسط من السبخة، حيث تجلب الرياح الغربية معها كل ما يتطاير من جزيئات الملح لتحطها على نباك الطين المتراكمة حول شجيرات المشارف الشرقية للسبخة.

يتضرس سطح السبخة بشكل واضح في قسمها الشمالي حيث تتكاثر النباك الرملية في النطاق المعروف باسم الخبرة، ففي هذا النطاق أدى طغيان الرمال الهوائية على السطح الى

---

٢٩. بحيري مصدر سابق، ١٩٧٢، ص ١٩.

٣٠. Amiel, A.J. & Friedman, G.M., "Continental Sabkha in the Arava Valley between Dead Sea and Red Sea", Amer. Assoc. of Petroleum Geol. Bull., Vol. 55, part 4, 1977, p. 583.

٣١. بحيرى، مصدرسابق، ١٩٧٢، ص ٢٠.

٣٢. أميل وفريدمان مصدرسابق، ص ٥٨٦، جدول رقم (١).

تغير ملموس في خواص التربة لعدة أسباب، أهمها أن توالي الارساب الرملي عمل على ارتفاع منسوب الأرض، و بالتالي بعده عن متناول المياه الجوفية شديدة الملوحة. كما أن السيول التي تلج الخبرة من الشمال، تساعد كثيراً على غسل أملاح التربة، وصرفها الى البقاع المنخفضة في الجنوب، أهم من ذلك ان استمرار اضافة الرمل الى تربة الخبرة، مدعاة لزيادة مساميتها وتهو يتها، مما يتيح فرص استثمارها في زراعة محصول من الشعير، الذي يعود على بدو المنطقة بغلة وفيرة في بعض المواسم (٣٣).

والواقع أن خريطة التربة التي أنشأها أميل وفريدمان (٣٤) هي من قبيل تحصيل حاصل، حيث أظهرت الخريطة منطقة مركزية تسودها ترب يغلب عليها الطين مع نسب من الغرين والرمال الدقيقة، و يحيط بهذه المنطقة نطاق انتقالي يغلب عليه الغرين مع نسب من الرمال، وأخيراً الحاشية الخارجية وتربها رملية حصوية. وأن صح هذا التركيب فمعنى ذلك أن التركيب الحجمي لمكونات التربة يعكس عملية التصنيف لارسابات المياه الجارية، حيث تتوضع أغلظ المكونات على مشارف المنخفض، وأدقها تجاه قلبه.

و بالمثل فان عمق مستوى الماء الجوفي بالمركز لا يتجاوز بضع عشرات من السنتيمترات، في حين يغور قرابة ثلاثة أو أربعة أمتار بالنطاق الخارجي، فان صح ذلك على الجانب الغربي المحتل من أراضي السبخة، فانه لا ينطبق على الجانب الشرقي بأراضي الأردن، حيث توجد المياه الجوفية على عمق بضعة سنتميترات من السطح على نحو ما يبدو ومن الآبار التي حفرها البدو بأيديهم لسقيا أنعامهم شرقي الواحة.

قرب الطرف الجنوبي لوادي عربة، وعلى مسيرة نحو عشرة كيلومترات من رأس خليج العقبة، تمتد سبخة أخرى صغيرة، تدعى الدافية، وهي عبارة عن شريط أرضي ضيق، يقل عرضه عن الكيلومترين، بينما يتجاوز طوله اثني عشر كيلومتراً، و يرجح أن يكون السبب في نشأة هذه السبخة، امتداد ألسنة ضخمة من رواسب المروحة الفيضية الكبرى لوادي اليتم غرباً عبرقاع وادي عربة، فاصلة بذلك حوض السبخة عن مياه الخليج. ومن البعد*، يبدو لون مسطح الدافية بنياً فاتحاً، تعلوه في الداخل قصرة ملحية بيضاء لامعة، وتنمو في بعض أرجائه مجموعات من شجيرات ملحية، مما ينبىء عن تشبع تربتها بالرطوبة، فضلا عن العديد من مصبات الأودية المنتهية اليها، يحتمل أن تكون رشوح المياه الجوفية على نفس نطاق التصدع الموجود شرقي سبخة طابة من بين الموارد المائية لمنخفض الدافية.

---

٣٣. بحيري، مصدر سابق، ١٩٧٢، ص ٢١.

٣٤. أميل وفريدمان، مصدر سابق، ص ٥٨٥.

* يتعذر الوصول الى مشارف هذه السبخة نظراً لوقوعها على خط الهدنة بين الأردن والأراضي المحتلة، لذا فهي منطقة عسكرية محظورة.

قائمة الأشكـــال

جيومورفولوجية حوضة القو يرة ـ وادي أحيمر بجنوب الأردن

الأستاذ يحيى فرحان الأستاذ صلاح بحيري

Geomorphology of the Queira Depression-Wadi Uheimer Basin, Southern Jordan

Abstract

Major tectonic and external processes are causative factors in the strong morphodynamics which are characteristic of the Queira depression - Wadi Uheimer Basin. Morphostructural units are identified first and geomorphological evolution discussed within a tectonic framework. A range of external processes especially in the Quaternary provoked the formation of pediments, badlands topography, and fluvial terraces. Pediments can be correlated with the formation of a temporary Pleistocene lake in the upper wadi basin, and with the lower valley terraces which occur further down stream in the wadi basin. Geomorphological processes are briefly discussed in relation to slope development and pediments formation.

١. المقدمة : ـ

اذا كانت مورفولوجية الأراضي الفلسطينية انعكاساً حقيقياً للبنية التكتونية كما أورد بيكارد Picard بناء على التوافق الصارخ بين التضاريس والبنية الجيولوجية في أراضي النقب والجليل (١)، فان توافق المورفولوجيا والشبكة المائية مع البنية التكتونية في حوضة القو يرة ـ وادي أحيمر بجنوب الأردن يفوق كثيراً ما قرره بيكارد بالنسبة للنقب. وليس في ذلك أي تجاوز للحقيقة، فالحركات التكتونية العنيفة التي تأثرت بها المنطقة خلال الدورين الثلاثي والرباعي ترتب عليها تعاظم عمليات النحت المختلفة، خاصة وأن المنطقة تقع بمحاذاة الصدع الرئيس الممتد على طول وادي عربة، فضلا عن عدد كبير من الصدوع الاقليمية والثانوية (التي نشطت تكتونيا خلال مراحل متعددة). فاذا أضفنا الى ذلك شدة تباين صلابة التكوينات الصخرية، أدركنا ما لعنصر البنية من أثر على نوعية ومعدلات العمليات المورفولوجية الغابرة والراهنة وانعكاساتها على أشكال الأرض وتضاريس سطح المنطقة.

وتشكل حوضة القويرة ـ وادي أحيمر منطقة مثالية للمسح الجيومورفولوجي والمرفوتكتوني في المناطق الجافة بجنوبي الأردن وفق نظام ثلاثي الأبعاد يتضمن الزمن، والعمليات الجيومورفولوجية المتغيرة، والخصائص الأيكولوجية التي تعكس أهمية الوحدات الجيومورفولوجية المختلفة فيما يتعلق بقضايا الاستثمار وتطوير الموارد. وقد نشطت ولا تزال

١ Picard, L., 1951, Geomorphology of Israel, : Part I- The Negev, Bull., of the Res. Counc. of Israel 1, (1-2), p. 5.

تنشط على طول الحوض وعرضه مجموعة من العوامل التي أسهمت في تشكيل اللاندسكيب وفق نظامين جيومورفولوجيين مترابطين، اذ يشهد مصب الوادي في وادي عربة نموذجاً للنظام الجيومورفولوجي المغلق، بينما تنشط العمليات الجيومورفولوجية المركبة على طول الحوض ضمن نظام مفتوح. و بالرغم من صغر مساحة المنطقة التي لا تزيد عن ١٨٢ كيلو متراً مربعاً، تتنوع التكوينات الصخرية تنوعاً كبيراً يضم صخور الركيزة الجرانيتية وصخور الحجر الرملي الكامبري والأوردوفيشي والكريتاسي الأسفل، والصخور الكلسية والمارلية والطينية والدولوميت والكلس الرملي والمارلي من الكريتاسي الأعلى والصخور الطباشيرية الأيوسينية (شكل ١). علاوة على ذلك نجد تكوينات الرباعي، كالرواسب البحيرية التي تمثل بقايا بحيرة داخلية مؤقتة، ورواسب المصاطب النهرية، والرواسب الحصوية والرمال السائبة. وقد تعرضت جميع هذه التكوينات لعمليات التصدع والطي والحت بدرجات متباينة أسفرت عن ظهور منظومة مورفوبنيوية تتمثل في وادي عربة، فالنجود الجرانيتية ـ الرملية، وسفح الحضيض الصحراوي Pediplain في منخفض القويرة ـ قاع النقب، والحافة الصدعية/ الحتية لرأس النقب. وقد انتابت تلك الوحدات الرئيسة حركات تخلع على طول عدد من الصدوع الثانوية، مما ترتب عليه تكون نماذج مثالية لأودية خطوط التصدع من النمطين المستطيل والمتشابك على النجود الجرانيتية ـ الرملية، والنمط الشجري على سفح الحضيض وحافة رأس النقب. وقد أدى تباين النشاط التكتوني وما أعقبه من نشاط حتي الى صياغة أشكال أرضية على مر عصور جيولوجية مختلفة، مما مكن الباحثين من التعرف الى التطور الجيومورفولوجي حيث تفسر ظروف البنية تشوهات سطح ما قبل النوبي واختلاف مناسيبه، وتباين ميل الطبقات الكلسية والمارلية والرملية والصوانية، وكذلك اختلاف مناسيب أسطح تكوينات الحجر الرملي الكامبري.

استخدمت الصور الجوية ذات مقياس ١ : ٦٠٠٠٠ و ١ : ٢٥٠٠٠ في تحليل الأشكال الأرضية قبل عملية المسح الميداني و بعده، كما استخدمت الخرائط الطوبوغرافية من مقياس ١ : ٥٠٠٠٠ و ١ : ١٠٠٠٠٠، والخرائط الجيولوجية من مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠، ١ : ٢٥٠٠٠٠ في توفير المعلومات الأساسية اللازمة للمسح الجيومورفولوجي. وقد جمعت الخارطة الجيومورفولوجية النهائية بمقياس ١ : ١٠٠٠٠٠، حيث قسمت منطقة الدراسة الى ثمانية وحدات مورفوبنيوية بناء على خصائص جوهرية كالأصل والتكوين الجيولوجي والتضاريس والشكل والعمليات الجيومورفولوجية، مع الأخذ بعين الاعتبار أهمية تضافر الحركات التكتونية والتغيرات المناخية وتجدد الشباب في تكوين أشكال حتية وارسابية ذات مستويات متباينة كأسطح البيديمنت، والمصاطب النهرية، والأسطح التحاتية الأخرى مما ساعد على تحديد أصل وتطور الأشكال الأرضية. ولتوضيح هذا قام الباحثان باضافة مقطعاً طولياً لوادي أحيمر، ومقطعاً جيومورفولوجيا على امتداد الحوض الى الخارطة الجيومورفولوجية، بحيث يوضح المقطعان سفوح البيديمنت، والمصاطب النهرية، والأسطح الحتية والأشكال البنيوية كالحافات الصدعية وغيرها.

٢. الاطار التكتوني والمورفو بنيوي : ـ

أ) ـ الاطار التكتوني : ـ

تتميز جيولوجية المنطقة بتعقدها التكتوني، حيث كان للحركات التفاضلية تأثير جوهري على جيومورفولوجية المنطقة. و بالرغم من قلة الحركات التكتونية قبل الدور الثلاثي، فقد تعرضت صخور الركيزة الى عمليات رفع وحت مع نهاية ما قبل الكامبري ترتب عليها ظهور القواطع الرأسية (٢)، وتحول الركيزة الى شبه سهل تحاتي أطلق عليه اسم «سطح ما قبل النوبي» (٣)، الذي توضعت عليه رواسب الحجر الرملي الكامبري والأوردوفيشي الأسفل أثر طغيان بحر تيتس على الجانب الشرقي لوادي عربة. ثم تعرض الحوض الى حركات رفع وطي اقليميين أدت الى ميل طبقات الحجر الرملي الكامبري والأوردوفيشي بلطف تجاه الشمال والشمال الشرقي. كذلك تعرضت تلك التكوينات الى الحت جزئياً قبل ترسيب الصخور الرملية في الكريتاسي الأسفل. ولذلك نلاحظ من الغرب الى الشرق (وفي جنوب الأردن عامة) توضع صخور الكريتاسي الأسفل فوق صخور الحجر الرملي الكامبري والأوردوفيشي بسطح عدم توافق زاوي (٤).

استمر طغيان البحر فيما بين السينوماني والأيوسين الأوسط والمتأخر، مما ترتب عليه توضع رواسب بحرية كلسية ومارلية وطينية وطباشيرية بلغ سمكها في منطقة رأس النقب حوالي ٥٠٠ متر (٥). ومع حلول الأوليغوسين والميوسين الأسفل بدأت الحركات التفروجينية لتصل ذروتها في الميوسين والبليوسين. وقد أسفرت تلك الحركات عن تكوين اخدود وادي عربة في الغرب ومنخفض القويرة ـ قاع النقب في الشرق، وذلك على طول صدوع رئيسية تتجه من الشمال الى الجنوب وتنحرف بزاوية حادة نحو شمال الشمال الشرقي تارة وأخرى صوب الشمال الغربي مفترقة بذلك عن اتجاه الأخدود الأصلي. كذلك نشأت صدوع شرقية ـ غربية أحدث، ترتب عليها تقطيع الركيزة والطبقات الصخرية فوقها وتميلها نحو الشمال والشرق والغرب. و بالرغم من أن منخفض القويرة ـ قاع النقب بنيوي النشأة، الا أن عمليات النحت وتراجع الحافات الشرقية والغربية وتكديس الرواسب في المنخفض مع بداية البليستوسين والبليستوسين الأوسط، ثم تفريغها مع نهاية البليستوسين كان لهما دوراً بارزاً

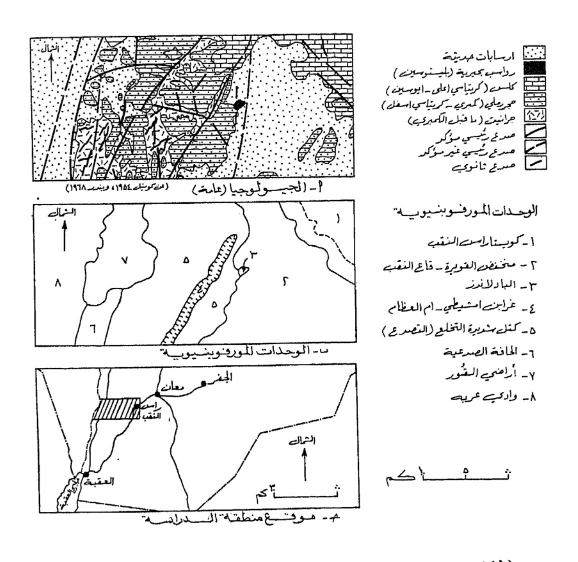
---

٢. Bender, F., 1974, Explanatory notes on the geological map of the Wadi Araba, Jordan. Geol. Jahr., (B), 10, p. 35.

٣. Picard, L., 1941, The Pre. Cambrian of the North Arabian-Nubian Massif. Bull. Geol. Dept. Hebr. Univ., 3, (3-4), p. 3.

٤. Bender, F., 1975, Geology of the Arabian Peninsula: Jordan, U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. 560 - I, p. 124.

٥. Wiesemann, G., 1966, The geological and hydrological survey in the area between Ma'an - Ras En Naqb and El- Jafr- Mushayish Kabid, Central Jordan. German Geological Mission, Amman, p. 3-4.



(شكل ١) الجيولوجيا والوحدات المورفو بنيو ية وموقع منطقة الدراسة.

في تشكيل جيومورفولوجية المنخفض. و يتجلى تأثير الحركات التفروجينية على طول حوض وادي أحيمر بتكون زمراً من الصدوع العادية تأخذ اتجاهات شمالية ـ غربية، وشمالية، وشمالية ـ شمالية شرقية، بالاضافة الى الصدوع المركبة مما أسفر عن تكوين أشكال الأغوار والضهور الموازية لوادي عربة (٦).

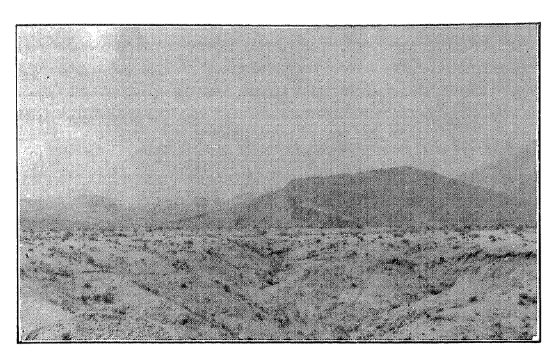
وقد تعرضت الطبقات الصخرية الأحدث على طول نظام الصدوع الآنف الذكر الى الطي والانعطاف والازاحة الى الأسفل باتجاه الصخور الرملية والجرانيتية الأقدم مكونة بروزات بنيوية أو أسطح مثلثية الشكل Triangulated Shaped Structural niches تميز بنية ومورفولوجية منطقة المصب في وادي عربة، وغربي جبل المهتدى جنوبي المصب، وحضيض حافة رأس النقب. وقد رافق تلك الحركات عمليات رفع وانحسار للبحر في أواسط ونهاية الأيوسين بدأت معها عمليات النحت والارساب على الجانب الشرقي من وادي عربة بما فيها منطقة الدراسة، وقد انتهت الدورة الحتية في الأوليغوسين المتأخر بتكوين شبه سهل تحاتي تظهر بقاياه على بعد عشرة كيلومترات شمال ـ شرق رأس النقب (٧). ومع أواخر البليوسين و بداية البليستوسين تجدد نشاط الحركات التفروجينية فتكونت مجموعة من الصدوع الموازية لوادي عربة، وقد تأثرت بهذه الحركات أيضاً مجموعة الصدوع الشرقية ـ الغربية الأقدم. وترتب على حركات الانزلاق في اتجاه الميل dip-slip على طول الصدوع المرافقة للحركات التفروجينية، ارتصاف نماذج من الأشكال الأرضية سواء عند المصب على الطرف الشرقي لوادي عربة، أو في الحوض الأعلى لوادي احيمر، فعند المصب بين غرندل وجبال تريبين ترتصف المحدبات المتكونة من الحجر الرملي الكرنب والصخور الأحدث في تماس مع الحجر الرملي الكامبري. وقد وصلت بعض المحدبات مرحلة الانقلاب الطوبوغرافي مكونة ظهور خنازير واضحة. وتتحول هذه التكوينات الى مقعرات تظهر في تماس مع الصخور الجرانيتية عند جبل المهتدي جنوبي المصب، من جهة أخرى ترتصف سلسلة من الكويستات وظهور الخنازير والتلال المفردة الرملية والكلسية شرقي غرابن المشيطي ـ ام العظام على الأطراف الغربية لبيد يمنت القويرة. بينما هبطت الكتل الكلسية على طول الصدوع في قاع النقب لتصبح في تماس مع الحجر الرملي الأوردوفيشي أحياناً (شكل ٢).

وخلال أواسط البليستوسين استمر تكدس الرواسب الناجمة عن التجوية والنحت المائي على جانبي النجد الجرانيتي ـ الرملي سواء في وادي عربة، أو في بيد يمنت القويرة ـ قاع النقب، وتكونت عدة مستويات من المصاطب النهرية ونقاط التقطع على طول مجرى وادي أحيمر. وتابع الهبوط التافروجيني لبطن وادي عربة نشاطه في أواخر البليستوسين بدليل تجمع ما يزيد سمكه على ٨٠٠ متر من رواسب المارل والطفل وغيرها كما اتضح من بئر

---

٦. Bender, F., 1975, Op. Cit, p. 124.

٧. Quennell, A.M., 1958, The structural and geomorphic evolution of the Dead Sea Rift. Q.J. Geol. Soc., p. 10.



(شكل ٢) كـو يـسـتـا تـتـكـون من الصخور الرملية والكلسية شرقي غرابن المشيطي ــ أم العظام.

غـور الـصـافي في الجزء الشمالي من وادي عربة (٨) واستمرت الحركات التكتونية في الهولوسين بدليل تقطع رواسب البليستيوسين والهولوسين بعدد من الصدوع التي أحدثت ازاحات واضحة كما يتضح في الرواسب البحيرية على الأطراف الغربية لبيديمنت القويرة، أو الرواسب البليستوسينية غربي جبل المهتدي الى الجنوب من حوض وادي احيمر. وفي الوقت الذي يستمر بناء المراوح الفيضية جنوبي المصب، تسود عمليات الارساب الرملي والتعرية الهوائية عند المصب وفق نظام جيومورفولوجي مغلق (شكل ٣).

ب) الوحدات المورفو بنيو ية :ــ

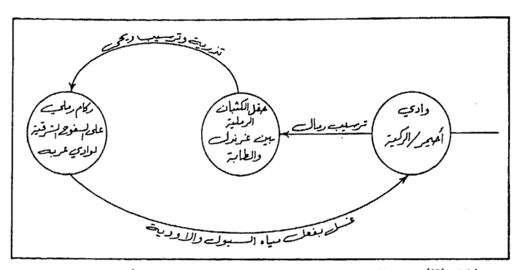
على طول الحوض من الشرق الى الغرب أمكن تمييز ثمانية وحدات مورفو بنيو ية (شكل ١) وهي :ــ

١. كو يستا رأس النقب :ــ

تتكون كو يستا رأس النقب من وحدتين جيومورفولوجيتين رئيسيتين هما : منحدرات ميل الكو يستا التي تميل باتجاه منخفض الجفر، وحافة الكو يستا التي تميل باتجاه قاع النقب (شكل ٤). وتشكل منحدرات ميل الكو يستا من الناحية المورفولوجية أراض متموجة

---

٨. Bender, F., 1974, Op. Cit, p. 26 - 28.



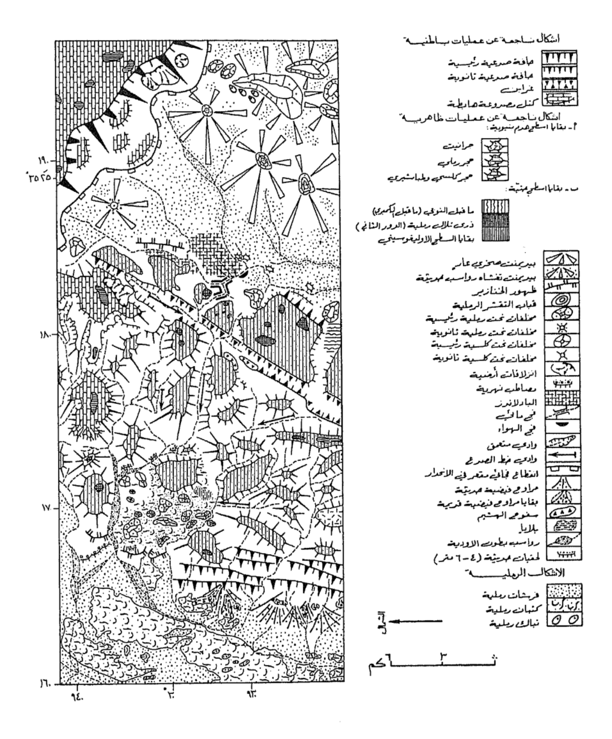
شكل (٣) النظام الجيومورفولوجي المغلق لحوض وادي أحيمر عند المصب

الى تلالية تعرضت تكوينـاتها الصخرية الى الرفع والامالة Tilting نحو الشرق والشمال الشرقي. وتشكل ذرى جبال التو يريت (١٥٦٧ متر)، ورأس النقب (١٥٧٣ متر)، وجبل اليمام (١٦٦٥ متر)، وتلال رأس النقب من قبله (١٦٥٠ متر) الهوامش الغربية لهذه الوحدة الجيومورفولوجية، وتنتهي في الشرق والشمال الشرقي على بعد ٧٥ كيلومتراً بمنخفض الجفر على منسوب ٨٥٠ متراً فوق مستوى سطح البحر، والذي يشكل أحد نماذج التراكيب المصاحب للترسيب Synsedimentary structures [٩].

وبالرغم من أن الميل العام للطبقات الصخرية يتراوح بين ٣ و٥ درجات بنفس الاتجاه، قلما يزيد الميل الطوبوغرافي العام عن نصف درجة. وتعبر هذه القيم عن رتابة المظهر المورفولوجي والتضرس اللطيف على طول منحدر ميل الكو يستا. وقد نشأت على تلك المنحدرات شبكة من مجاري الأودية ذات نمط شجري مثالي، أبرزها أودية وهيدة، وعقيقة، والبترا أو الشدية. ومع توالي هبوط قاع منخفض الجفر ابان الحركات التكتونية في الرباعي، تجدد شباب تلك الأودية مما أسفر عن تكوين مصاطب لحقية بلستوسينية تتضح بقاياها بين معان والجفر. وتشكل ذرى بعض التلال التي تعلو منحدرات ميل الكو يستا بقايا السهل التحاتي الاوليغوسيني الذي تكون بعد انكشاف الطبقات الصخرية الأ يوسينية عقب الحركات التفروجينية التي رافقتها عمليات رفع وانحسار للبحر الأ يوسيني. وقد ترتب على عمليات النحت ازالة معظم الطبقات الأ يوسينية بحيث تنحصر بقاياها في بقاع متفرقة كما هو الحال في جبل المريغة (١٣٧٥ متر) عند منتصف الطريق بين معان ورأس النقب (شكل ٥)، وجبل سمنة (١٢٢٨ متر) على بعد خمسة كيلومترات جنوب غربي معان، مما أدى الى كشف الوحدات الصخرية الأقدم مثل صخور وحدة الطباشير المارلي (المسترختيان)، وصخور وحدة الكلس الرملي (السنتونيان ــ التورونيان) وغيرها.

---

٩. Bender, 1975, Op. Cit., p. 123-125.



شكل (٤) **الخارطة الجيومورفولوجية لحوضة القو يرة ـ وادي احيمر**

و يدل فرق المنسوب بين الهوامش الغربية لمنحدرات ميل الكو يستا ومناسيب التلال الأيوسينية، وانكشاف التكوينات الصخرية الأقدم باتجاه تلك الهوامش على عظم عمليات الرفع والامالة التي تعرضت لها منحدرات الميل ابان الحركات التفروجينية المختلفة.

ومن جهة أخرى ترتفع حافة كو يستا رأس النقب حوالي ٤٠٠ متر، أي من منسوب ١١٠٠ ــ ١٢٠٠ متر في قاع النقب الى ١٥٠٠ متر جنوبي جبل اليمام. وتتقطع الحافة بعدد كبير من الصدوع التفاضلية مما يؤكد نشأتها البنيوية. وحيث يزداد سمك الطبقات الرسوبية الى الشرق منها تكونت عدة طيات وحيدة الميل (انعطافات Flexures). وتأخذ الصدوع اتجاهاً شمالي غربي ــ جنوبي شرقي قرب الحافة بين رأس النقب ورأس خور الجمع، وتتحول هذه الصدوع في الجزء الشمالي من الحافة الى اتجاه شمالي الشمال الشرقي ــ جنوبي الجنوب الغربي. وتسود الصدوع الشمالية ــ الجنوبية، والشمالية الشمالية الشرقية ــ والجنوبية الجنوبية الغربية، والطيات وحيدة الميل بين معان ورأس خور الجمع كنتيجة لتزايد سمك الرسوبيات و بخاصة وحدة الصخور الطباشيرية المارلية.

ونظراً لارتفاع كثافة الصدوع التفاضلية وزيادة أعماقها حيث يصل تأثيرها وحدة صخور الحجر الرملي الكرنب، وكذلك تباين رمياتها التي تتراوح بين بضعة أمتار وخمسين متراً، فان الجزء الجنوبي من الحافة يتكون من عدد من الأغوار المتواضعة، بينما يطغى باتجاه الشمال بنية النجود (الضهور) والتي أبرزها جبل البترا (١٠). و يظهر الى الغرب من رأس النقب عدد من الكتل الهابطة على طول أربعة صدوع شمالية غربية ــ جنوبية شرقية مما أدى الى كشف الطبقات الحاملة للمياه كما هو الحال في نبع اليمام، بينما تميل الطبقات باتجاه معاكس للمنحدر الطوبوغرافي مما يؤكد حدوث حركة دورانية أو انزلاقات ضخمة من نوع التدهور Slump جنوب شرقي رأس النقب. و يعتقد بحدوث هذه الانزلاقات الأرضية في البليسيوسين، وقد تجدد بعضها فيما بعد. كذلك ترتب على ارتفاع كثافة الصدوع تكون شقوق ومفاصل تكتونية في التكوينات الصخرية المختلفة تتباين في كثافتها وأعماقها. وقد أظهر القياس الميداني توافر الشقوق والمفاصل العميقة في صخور الحجر الرملي الأبيض من وحدة الكرنب، وتأخذ تلك المفاصل اتجاه ٣٣٠°. بالاضافة الى تكون نمط آخر من المفاصل يأخذ اتجاه ٦٠° و بكثافة تتراوح بين ١ ــ ١٩ متراً لكل متر مربع. وتملأ هذه الشقوق والمفاصل قشرة سيليكية. أما المفاصل والشقوق التي تظهر في صخور الحجر الرملي البني من وحدة الكرنب فتملاؤها عروق من الكلسايت، بينما وجدت ترسبات حديدية منغنيزية في الشقوق الكبيرة.

وقد سجلت درجات انحدار تصل الى ٥٠ درجة، ناهيك عن وفرة الجروف الرأسية في صخور الحجر الكلسي العقيدي والأيكونو يدي. وتشكل هذه الجروف مواضع هامة لتساقط

---

١٠. فيزمان، ١٩٦٦، المرجع السابق، ص ٤٠ ــ ٤٩.

شكل (٥) الأسماء الواردة في البحث

الصخر ثم زحفه على السفوح عندما تتكشف أسفلها الطبقات الطينية التي تتشبع بالمياه عقب العواصف الماطرة. و يسود في صخور الحجر الكلسي والكلس المارلي نمطين من المفاصل التي تحدد حجم الكتل الصخرية الساقطة. وهذين النمطين هما: اتجاه مواز لاتجاه المنحدر، واتجاه آخر متعامد عليه. وتتراوح كثافة المفاصل والشقوق من مترين وكسر من المتر لكل متر مربع. كما تتراوح أعماقها بين بضعة ديسيمترات وخمسة أمتار ما يفسر تباين أحجام ركام السفوح، حيث أن الكتل الضخمة تتساقط من الجروف التي تتباعد مفاصلها، في حين تتهاوى الجلاميد الصخرية الصغيرة من الجروف ذات الشقوق والمفاصل الكثيفة.

٢. منخفض القويرة ــ قاع النقب :ــ

وهو منخفض تكتوني نجم عن هبوط شريحة أرضية بين صدع القويرة في الغرب، وصدوع حافة رأس النقب ووادي جديد في الشرق، وصدع المحيمي ــ الرتمة ــ مدفوف في الجنوب (شكل ١، ٤). وقد تكون المنخفض ابان الحركات الأرضية في الأوليغوسين والميوسين الأسفل. وتم تفريغ الجزء الأكبر من تكوينات الحجر الرملي الكامبري والأردوفيشي الأسفل، وتسوية قاع المنخفض منذ الميوسين الأسفل بفعل وادي اليتم وروافده العليا كوادي قلخة ووادي جديد التي تنبع من حافة رأس النقب. وفي الرباعي تم أسر بعض روافد اليتم ممثلا بوادي اليمام أحد روافد وادي قلخة بفعل وادي أحيمر المتجه غرباً الى وادي عربة. وقد نجم عن تسوية قاع المنخفض أسطح بيديمنت تتلاحم حول مخلفات النحت الرملية مكونة سفح حضيض صحراوي مثالي، وتميل سفوح البيديمنت بمعدل يتراوح بين درجة و ٦٫٥ درجة، كما تعرضت تلك السفوح للتقطع بفعل وادي أحيمر نتيجة لتجدد الشباب في الرباعي مع استمرار هبوط وادى عربة ورفع الحافة الصدعية.

٣. أراضي البادلاندز:ــ

شرقي الحافة الصدعية لجبل أحيمر، وفج وادي احيمر، وغرابن امشيطي ــ أم العظام نشأ منخفض حوضي على طول صدعين ظهرا في الغالب نتيجة تجدد الحركات الأرضية مع نهاية البليوسين و بداية البليستوسين. وتحيط بالمنخفض من الشرق مجموعة من الكويستات الكلسية المتواضعة، تتحول في أقصى الشمال الى نموذج لظهور الخنازير حيث تميل الطبقات الكلسية والرملية باتجاه شرقي ــ شمالي ــ شرقي ــ بمعدل ٢٠°. وقد امتلأ هذا المنخفض بالرواسب التي حملها وادي الجمام ووادي الغريض ومجموعة الشعاب المنحدرة على طول السفوح الشرقية لغرابن امشيطي ــ أم العظام أثر تكون بحيرة بليستوسينية مؤقتة بعد انقطاع الصلة بين وادي الجمام ووادي قلخة نتيجة للتصدع. وتظهر الرواسب مرفوعة على الجانب الغربي للصدع جنوبي جبل خشم امشيطي مباشرة و بمعدل يتراوح بين ١٠ و ١٥ متراً مما يدل على حداثة حركات التصدع.

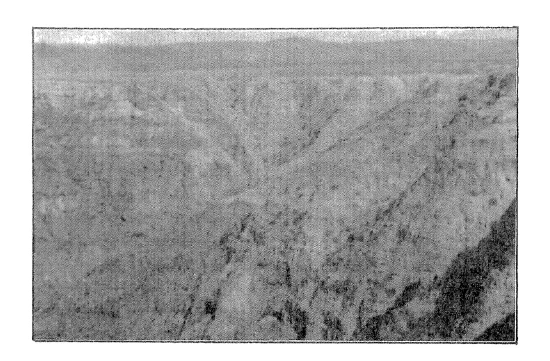
ومن خلال مسح ميداني لمقطع في الرواسب عند المجرى الأدنى لوادي زموع، وجد بأن سمك الطبقات المترسبة في هذا الحوض يصل الى ٥٦٫٢٥ متراً فوق قاعدة من طبقات الحجر

الرملي الأوردوفيشي الأسفل (شكل ٦). كذلك وجد بأن نسبة الملوحة ترتفع ارتفاعاً كبيراً في الطبقات السطحية، مما يؤكد ترسب المواد في بحيرة مالحة مؤقتة. ولذلك يمكن أن تكون الرواسب البحيرية هنا متزامنة مع بحيرة اللسان، وتكون بذلك النظير الجاف لبحيرة اللسان نظراً للموقع الصحراوي وفي منصرف الرياح الرطبة. وتتكون تلك الرواسب من الرمال بكافة أحجامها والحصباء مع نسبة عالية من الطمي والطين في بعض المواضع. ومن المؤكد أن الامتداد المساحي للرواسب البحيرية في الواقع أكبر مما هو واضح على الخارطة الجيولوجية الألمانية (مقياس ١: ١٠٠٠٠٠)، بحيث تظهر رقعتها بصورة أوضح على الصور الجو ية من مقياس ١: ٢٥٠٠٠ و ١: ٦٠٠٠٠. أما المظهر الطو بوغرافي هنا فهو مظهر البادلاندز المثالي، حيث ترتفع كثافة الشبكة المائية في الرواسب البحيرية ارتفاعاً كبيراً يناظر مثيلاتها في الرواسب البحيرية للكتار في غور الأردن. و يؤكد هذا النمط من النسج الطو بوغرافي ارتفاع معدلات النحت في الهولوسين عقب جفاف البحيرة وصرفها من قبل وادي احيمر الذي استطاع أسر وادي الجمام ابان حركات التصدع في البليستوسين الأعلى على الأرجح.

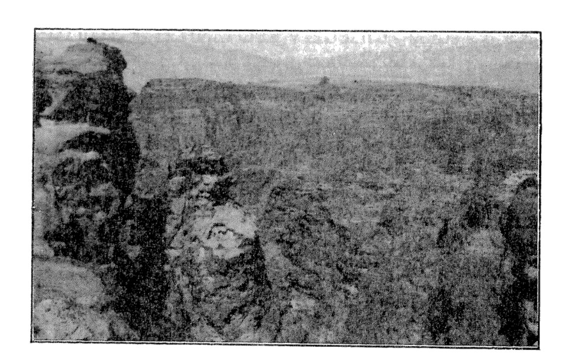
٤. غرابن امشيطي ــ ام العظام: ــ

يمثل غرابن امشيطي ــ ام العظام الامتداد الشمالي لغرابن الجليف، و يمتد بطول ثمانية عشر كيلو متراً من جبل أم العظام (١١٨١ متراً) شمالي جبل قطم (١٢٤٢ متر) في الجنوب الشرقي وحتى جبل خشم امشيطي (١٤٤٨ متراً) في الشمال الشرقي. و يتراوح عرضه بين ١ ــ ٢ كيلو متراً وتغلب عليه الاستقامة المطلقة. أما من الناحية المورفولوجية فان المقطع العرضاني يتراوح بين المصندق وشكل حرف V. وقد تكون الغرابن على طول صدع رئيس وعدد من الصدوع الثانو ية المتفرعة منه والتي تتجه بصفة عامة بموازاة وادي عر بة. و يعتقد بتكون هذا الغرابن نتيجة للحركات التفروجينية والحركات الأفقية على امتداد الصدوع الرئيسية المصاحبة والتي بدأت مع نهاية البليوسين و بداية البليستوسين.

والى الجنوب الغر بي من فج وادي أحيمر تظهر صخور الحجر الرملي الكرنب (الكريتاسي الأسفل) متوضعة في الغرابن (بين جبل أم أساور في الشمال الشرقي، وجبل حميمة في الجنوب الغر بي) في تماس مع صخور الركيزة قرب فج وادي أحيمر، والحجر الرملي الأركوزي باتجاه جبل ام العظام، وترتفع كثافة المفاصل والشقوق ارتفاعاً كبيراً في صخور الحجر الرملي الكامبري المحاذية للغرابن، و يمكن مشاهدة أنماطها في جبل الطوايل (شكل ٧). وقد نشط النحت المائي لوادي أحيمر على طول الغرابن مما ترتب عليه امتداد الرافد الشمالي الشرقي للوادي امتداداً كبيراً بالمقارنة مع رافده الجنو بي الشرقي، مما أدى الى تكو ين نموذج مثالي للتصريف المائي المستطيل والمتشابك. كما نشطت الروافد العليا لوادي النخيلة في النحت والاستطالة على طول الجزء الجنو بي الغر بي من الغرابن في منطقة جبل ام العظام. وعموماً تتميز السفوح الجانبية للغرابن بشدة انحدارها حيث سجلت درجات انحدار تصل الى ٤٨° قرب جبل أحيمر. وفي كثير من المواضع تأخذ السفوح الجانبية للغرابن شكل الجروف الرأسية.



شكل (٦) الرواسب البحيرية شرقي الحميمة



شكل (٧) المفاصل والشقوق في جبل الطوايل غربي الحميمة

٥. كتل شديدة التخلع (التصدع): ـ

تغطي هذه الوحدة المورفو بنيو ية حوالي ثلث مساحة حوض وادي احيمر، وتنحصر بين غرابن امشيطي ـ ام العظام في الشرق والحافة الصدعية وأراضي الغور المطلة على وادي عربة في الغرب (شكل ٤)؛ و يستمر هذا النمط من الأراضي الى الشمال عبر وادي السيك الذي يشكل الحد الشمالي لها في حوض وادي أحيمر وكذلك الى الجنوب عبر جبل قطم وجبل تربان وجبل ضربة مترسماً شبكة من الصدوع الكثيفة والعميقة التي أسهمت في تقطيع أوصال اللاندسكيب على طول النجد الجرانيتي المطل على وادي عربة. وقد حددت المعالم المورفولوجية الرئيسية لهذه الوحدة بفعل شبكة من الصدوع القديمة التي تأخذ اتجاهات شمالية ـ جنوبية، وشمالية شرقية ـ جنوبية غربية، وشمالية غربية ـ جنوبية شرقية، وصدوعاً شرقية ـ غربية أحدث (١١). وقد سببت هذه الصدوع ازاحات تتباين في مقاديرها واتجاهاتها مما أدى الى رفع شرائح أرضية وهبوط أخرى مشكلة بذلك نماذج متواضعة من الأغوار والضهور. كما هيأت الصدوع العميقة مسالك هينة في الصخر استشرت على طولها عمليات النحت بفعل روافد وادي أحيمر، ووادي النخيلة ووادي السيك مكونة بذلك خوانق عميقة تمنح اللاندسكيب مظهراً مورفولوجياً متميزاً. ففي كل مكان ابتداء من جبل ام العظام، وجبل المريقبة وتلال تر بين جنو باً، وحتى جبل امشيطي شمالا قامت الأودية بتقطيع المنطقة على امتداد الصدوع الى شرائح أرضية ذات ذرى محدبة أو أسطح شبه مستو ية تفصل بينها خوانق وعرة الجوانب. وتمثل الأودية هنا أودية خطوط تصدع حيث تتصل الروافد بالمجاري الرئيسة بزوايا قائمة، أو تنعطف المجاري الرئيسية بزوايا قائمة أيضاً. وتأخذ المقاطع العرضانية للأودية اما شكل V عندما تقد المجاري أوديتها في صخور الركيزة وصخور الحجر الرملي، أو يتحول شكلها الى النمط المصندق كما هو الحال في روافد وادي الركية بين جبل سعادة وخشم امشيطي. وتشكل الأسطح العليا للكتل الرملية المصدوعة بقايا الأسطح الحتية التي تكونت في الدور الثاني.

وعلى سفوح الحجر الرملي الكامبري حيث تتعاقب طبقات طينية غضارية مع الحجر الرملي الأركوزي والحجر الرملي المتكتل، والطبقات الحديدية تتكون شرفات بارزة وسفوحاً معلقة Overhanging slopes. وعندما تنكشف صخور الركيزة أسفل صخور الحجر الرملي الكامبري تظهر سفوح الهشيم التي تتكون من حطام الحجر الرملي الكامبري. وكنتيجة للنحت القاعدي في الطبقات الطينية والغضارية من الحجر الرملي الكرنب والحجر الكلسي العقيدي تكونت انزلاقات أرضية في الفترات المطيرة من البليستوسين كما هو الحال في خشم امشيطي. وأبرز الكتل المصدوعة في هذه الوحدة ما يعرف بجبل أم أساور وجبل سعادة، وجبل حميمة، وجبل الطوايل.

---

١١. Bender, F., 1974, Op. Cit., p. 28 - 34.
Bender, F., 1975, Op. Cit., p. 124

٦. الحافة الصدعية :ـ

تظهر الحافة الصدعية بعد ستة كيلومترات الى الجنوب من مصب وادي احيمر، وتختفي في وحدة أراضي القور ليحل محلها أشكالا أرضية بنيو ية مثل ظهور الخنازير المتكونة من الحجر الرملي الكرنب والحجر الكلسي العقيدي. و يؤكد ظهور محدبات الصخور الكريتاسية عنف الحركات التفروجينية التي أطاحت بتلك الكتل أثناء التصدع لتلقيها في بطن وادي عربة. وقد أمكن تمييز أربعة حافات صدعية تمثل مراحل الهبوط الرئيسة لوادي عربة ورفع النجد الجرانيتي (شكل ٤)، وقد تشكلت هذه الحافات على طول صدوع متوازية تأخذ اتجاه شمالي شرقي وجنوبي جنوب غربي على طول وادي عربة (١٢). وللصدع الرئيسي رمية ضخمة، فالجزء المرئي منه يتراوح بين ٤٠٠ متر غربي التقاء وادي احيمر بوادي الركية (على الطرف الجنوبي لوحدة أراضي القور)، و ١٠٣٠ متر في وادي ضربة على بعد ١٨ كيلومتراً جنوبي منطقة الدراسة، وما يزيد على ١٥٠٠ متر في جبل باقر شمالي شرقي العقبة. وتتجاوز الرمية الحقيقية للصدع هذه الأرقام بكثير اذا ما أخذ بالحسبان معظم سمك الرواسب المتوضعة في وادي عربة. و بتقدير عمق السطح ما قبل النوبي (الجرانيتي) في المنطقة من المقاطع الجيولوجية التي تظهر على الخرائط الجيولوجية الألمانية مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠، ١ : ٢٥٠٠٠٠ (١٣)، وجد بأنه يقع تقريباً على عمق ٦٠٠ متر، و بذلك فان رمية الصدع الحقيقية تتراوح بين ١٠٠٠ متر و ١٦٥٠ متراً في منطقة الدراسة، وتزيد عن ٢١٠٠ متر شمالي العقبة مباشرة، وتفوق ذلك بكثير في خليج العقبة. وعموماً تبقى هذه الأرقام تقديرية لعدم معرفة استراتجرافية الرواسب السميكة في الجزء الجنوبي من وادي عربة.

وقد تحرك الصدع الرئيسي لوادي عربة خلال الميوسين الأسفل الذي كان يمثل عصر نشاط أورجيني معروف في المنطقة (١٤). وتدل الشواهد الجيومورفولوجية على تحرك الصدع في البليستوسين والحديث، من هذه الشواهد شدة انحدار المراوح الفيضية الحديثة بين سبخة الطابة وجبل ضربة، ووجود بقايا المراوح الفيضية البليستوسينية مرفوعة على مناسيب أعلى من مناسيب قمم المراوح الحديثة، وتصدع المروحة البليستوسينية لوادي أحيمر، وانحراف أودية الحافة الصدعية فجأة نحو الشمال.

٧. وحدة أراضي القور :ـ

تنحصر وحدة أراضي القور بين وادي احيمر عند التقائه بالركية ثم تفرعها عند رأس

---

١٢. دوفوماس، اتيان، ١٩٨٥، بنية ومورفولوجية الشرق الأدنى، ترجمة عبد الرحمن حميدة، مطبعة طربين دمشق، ص ٣٥٣.

١٣. Bender, F., 1968, Geological map of Jordan, Scale 1: 250 000, Hannover & Amman (5 sheets).
Bender, F., 1974, Geological map of Wadi Araba, scal 1 : 100 000, Hannover & Amman, (3 sheets).

١٤. دوفوماس، ١٩٨٥، المرجع السابق، ص ٣٥٣.

المروحة الفيضية في الغرب، ووادي النخيلة في الشرق. وتناظر هذه الوحدة مورفولوجيا أراضي الحسمي شرقي النجد الجرانيتي من حيث سيادة الأشكال الأرضية التي تميز أراضي الحسمي كمخلفات النحت الرملية والكلسية المتناثرة بأبعاد وأشكال مختلفة، وظهور أشكال القيعان الصحراوية وفرشات الرمال وظلال الرمال التي تتسلق سفوح الحجر الرملي الكامبري.

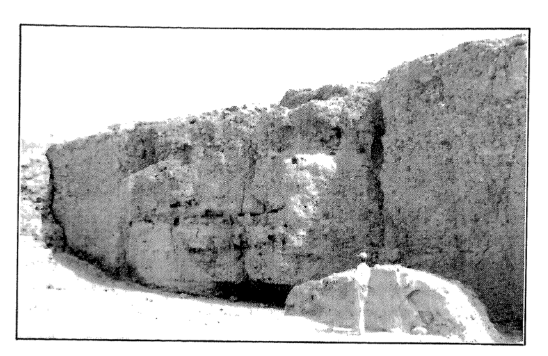
وتحيط الصدوع بهذه الوحدة من كافة الاتجاهات مما يحمل على الاعتقاد بأنها تمثل بمجموعها كتلة هابطة على جوانب زمر تلك الصدوع، ثم تقطعت بفعل الصدوع الثانوية والحت الى عدد كبير من الكتل الأرضية الثانوية. و بالرغم من صعوبة تتبع الصدوع على السطح باستثناء تلك التي تحدد الهوامش، الا أنه تبين من تحليل الخرائط الجيولوجية والمسح الميداني تواجد بقايا من تكوينات الحجر الرملي الكرنب والحجر الكلسي العقيدي في تماس وأحياناً على نفس مناسيب الحجر الرملي الكامبري مما يؤكد وجود عدد كبير من الصدوع الثانوية التي تختفي تحت رواسب سطحية سميكة، و يتطلب الكشف عنها وتحديدها استخدام وسائل التحري الجيوفيزيائي. و يدعم هذه الحقيقة نتائج المسح الجيوفيزيائي التي أجريت على المنطقة الواقعة شرقي وشمال شرقي القويرة من صحراء حسمي والتي كشفت عن سيادة أشكال الأغوار والنجود الثانوية في المنطقة والتي تتغطى برواسب سطحية رباعية يتراوح سمكها بين ٥٠ متراً على النجود، و ٢٢٠ متراً في الأغوار(١٥). وتتراوح مناسيب القور في منطقة الدراسة بين ٣٥٦ متراً و ٥٦٦ متراً فوق مستوى سطح البحر، أما أبعادها فتتراوح بين ٣٠٠ متراً و ١٢٠٠ متراً. وحيث يتعرقل الجريان السطحي بسبب الرواسب الرملية تتكون القيعان المتواضعة والتي يظهر اثنتين منها على بعد كيلومتر شمال شرقي وادي النخيلة (شكل ٤).

٨. بطن وادي عربة :ـ

تمتد هذه الوحدة من مصب وادي احيمر شمالا وعلى طول الحافة الصدعية لوادي عربة جنوباً حتى وادي النخيلة. و يتفرع الوادي عند المصب الى قناتين تتجه احداهما نحو الشمال الغربي لتلتقي مع مصب وادي السيك، بينما تتجه الثانية نحو الجنوب الغربي في نمط متشعب، ثم تتحول الى قناة رئيسية واحدة تستمر جنوباً مترسمة اخفض بقاع وادي عربة. و يرفدها هنا عدد من أودية الحافة الصدعية التي تنحرف في مساراتها الى الشمال قليلا نتيجة لحركات الزحزحة الأفقية الحديثة. وتلازم القناة الرئيسة الطرف الشرقي لنطاق مستمر من الكثبان الرملية. و يظهر عند المصب بقايا المروحة الفيضية البليستوسينية للوادي على هيئة مصطبة بسمك ستة أمتار (شكل ٨). وتتميز برواسب غير مصنفة تحتوي على جلاميد ضالة كبيرة الحجم مما يدل على ارسابها الفجائي. وقد تعرضت المصطبة للتصدع في

---

١٥. Heimbach, W., and P. Meiser, 1969, Geoelectrical investigations in Jordan. Bundesanstalt Fur Bodenforschung, Hannover, p. 6-8.



شكل (٨)   رواسب المروحة البليستوسينية عند مصب وادي أحيمر

الفترة الحديثة حيث لا يتجاوز عمر الحركات التكتونية التي سببت تصدعها ٢٠ ألف سنة (١٦).

و يعتقد بأن رواسب تلك المروحة قد أرسبت في بداية البليستوسين عندما كان حوض وادي احيمر متواضعاً. ومع حدوث الحركات التكتونية تجدد النشاط الحتي للوادي وقام بنحت تراجعي صاعد حتى استطاع أسر البحيرة البليستوسينية في منطقة الحميمة غربي رأس النقب. و بعد استطالة الحوض وتوسعه في البليستوسين المتأخر عاد الوادي لنحت المروحة الفيضية فتخلفت بقاياها على الجانب الشمالي للمصب فقط.

وعلى الطرف الشرقي لبطن وادي عربة تظهر بقايا المراوح الفيضية القديمة على امتداد أقدام الحافة الصدعية بحيث تتوضع أسفلها المراوح الفيضية الحديثة. وتختفي المراوح الفيضية بعد الحافة الصدعية مباشرة باتجاه الشمال و يحل محلها عند مخرج وادي أحيمر من أراضي الغور وظهور الخنازير فرشات من الرواسب الرملية الهوائية، والرواسب الحصو ية ليظهر بعدها أشكال الكثبان الرملية والقصائم والنباك.

٣. أصل ونشأة الأشكال الأرضية :ـ

أ) الأسطح التحاتية :ـ

بالرغم من تعرض منطقة الحوض في مراحل تطوره الجيومورفولوجي لثلاث دورات

١٦. Zak, I., and R. Freund, 1966, Recent strike slip movements along the Dead Sea Rift. Israel J. Earth- Sci, 15, 33-37.

تحاتية أمكن تمييزها من خلال الأشكال الأرضية الدالة عليها، الا أن تلك الأشكال الموروثة خضعت ابان الحركات التفروجينية لعمليات التصدع التفاضلي مما أدى الى طغيان السحنة البنوية على النشأة الحتية. و يمكن ايجاز الدورات التحاتية فيما يلي :ـ

١. الدورة الحتية الأولى والتي انتهت بتشكيل شبه السهل النوبي حيث تم فيها تسوية صخور الركيزة الجرانيتية بفعل الحت وتحويلها الى شبه سهل في فترة Lipalian الانتقالية بين عصر ما قبل الكامبري والعصر الكمبرى. وتظهر بقايا شبه السهل النوبي مستحاثاً أسفل صخور الحجر الرملي الأركوزي (كمبرى أسفل) في مناطق مختلفة من جنوبي الأردن، كما أنه يقع على مناسيب متباينة كنتيجة لعمليات التصدع العنيفة. ففي حوض وادي أحيمر تظهر بقاياه عارية مستوية بين جبل الحميمة وجبل ام العظام على منسوب ١١٠٠ متر، اذ عمل وادي شبيلك على الاطاحة بمعظم غطاءات الحجر الرملي الكامبرى مخلفاً بقايا حت رملية متناثرة على شبه السهل التحاتي، كذلك أسهم الوادي وروافده بتقطيع شبه السهل الى موائد واضحة. من جهة أخرى تنكشف بقاياه على جوانب الخوانق على مناسيب تتراوح بين ٨٠٠ و ٩٠٠ متر (شكل ٩) حيث تعلوه موائد من صخور الحجر الرملي الكامبري. و يظهر شبه السهل الى الجنوب من حوض وادي احيمر ـ الركية على منسوب ٦٥٠ متراً شمالي جبل ضربة مباشرة، وكذلك على منسوب ١٢٠٠ متر و ١٣٠٠ متر في جبل الأشهب وجبل صور تباعاً غربي القويرة. وعند الطرف الجنوبي الشرقي للبحر الميت يظهر نفس شبه السهل على منسوب ـ ٣٠٠ متر، حيث تعلوه تكوينات سراموج والحجر الرملي الكامبري. و يؤكد تباين مناسيب شبه السهل النوبي في منطقة الدراسة والمناطق المجاورة من جنوب الأردن على تعاظم معدلات الغطس الذي تتعرض له صخور الركيزة باتجاه الشمال واتجاه الجنوب الشرقي (في وادي المرصد ووادي الرومان ووادي رم مثلا) كنتيجة للتصدع والميل الاقليمي. وقد قيست زاوية غطس شبه السهل النوبي في مناطق متعددة من جنوب الأردن فوجدت في المتوسط سبع درجات.

٢. الدورة الحتية الثانية :ـ نشطت هذه الدورة في الدور الثاني حيث تعرضت صخور الباليوزويك الرملية كالحجر الرملي الكامبري والأوردوفيشي الأسفل في الحوض الى الحت جزئياً قبل ترسيب طبقات الحجر الرملي الكرنب في الكريتاسي الأسفل. وتمثل مناطق الذرى المحدبة في جبل أحيمر (١٢٤٤ متر)، أو شبه المستوية في جبل ام أساور (١٠٢٥ ـ ١١٠٠ متر)، وجبل سعادة (٩٢٥ ـ ٩٧٥ متر) بقايا الأسطح الحتية في الدور الثاني. و بسبب عمليات التصدع التفاضلي الآنفة الذكر توجد هذه الأسطح في منطقة الدراسة على مناسيب متباينة أيضاً، ففي المقطع الجيومورفولوجي (شكل ٩) تظهر بقاياه على مناسيب ٨٩٠ متر، ١١٠٠ متر، ١١٦٠ متراً فوق مستوى سطح البحر.

٣. الدورة الحتية الثالثة :ـ انتهت الدورة الحتية الثالثة بتكوين شبه السهل التحاتي الأوليغوسيني في صخور الأيوسين الطباشيرية. وتظهر بقاياه على بعد عشرة كيلومترات الى الشمال من محطة رأس النقب في جبل التويريث وجبل المريغة على منسوب ١٥٠٠ و ١٤٠٠

متر فوق مستوى سطح البحر بسبب عمليات التصدع والرفع والطي الاقليمي الذي تعرضت له حافة رأس النقب.

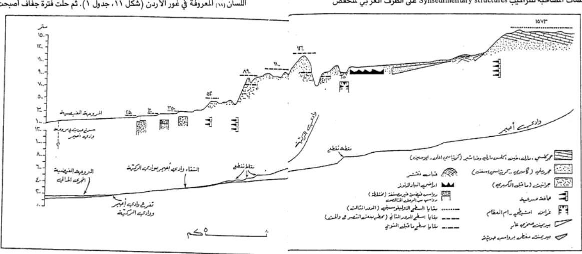
ب) البحيرة البليستوسينية :ــ

لعبت العوامل المناخية و بخاصة الفترات المطيرة في البليستوسين بالتضافر مع الحركات التكتونية والعوامل البنيو ية، والتغير في مستوى القاعدة المتمثل في وادي عربة دوراً رئيسياً في التطور الجيومورفولوجي لحوض وادي أحيمر في الرباعي. كما تؤثر الظروف المناخية الحالية للحوض على النظام الهيدرولوجي والحمولة السريرية ومورفولوجية قنوات الأودية. و يتضح ذلك من العلامات التي تدل على مناسيب الفيضانات في المواسم المطرية المختلفة والتي تظهر في المجرى الأدنى للوادي على بعد ثلاثة كيلومترات شرقي المصب، وكذلك من المشاهدات الميدانية لآثار الجريان السطحي سواء القنوى على حافة رأس النقب، أو الانتشاري غير المركز على بيديمنت القو يرة.

وقد أدت العوامل الأنثرو بولوجية (البشرية) الى تسارع عمليات النحت كنتيجة لخراب المصاطب الزراعية غربي الحميمة، وتدهور نظم تجميع مياه الأمطار، والقنوات المائية، والزراعة في بيديمنت القو يرة بين الحميمة وقاع النقب. اضافة الى اجتثاث الشجيرات الطبيعية في منطقة رأس النقب واحلالها بالزراعة الهامشية في العصر الروماني. وتظهر في الوقت الحاضر محاولات لاعادة تحريج منطقة رأس النقب بهدف تثبيت السفوح ووقف الانزلاقات الأرضية التي استهدفت طريق رأس النقب ــ العقبة.

و يؤدي تساقط الأمطار على هيئة عواصف مركزة في الشتاء الى رفع معدلات النحت الى الحد الأقصى. كما تنشط عمليات التذرية في فصل الجفاف الذي قد يستمر ثمانية أشهر في السنة، حيث تتكرر العواصف الغبارية في بيديمنت القو يرة ووادي عربة، وتتشقق الرواسب البحيرية في الصيف وتتهيأ للنحت في الشتاء، مما يعجل في تطور طو بوغرافية البادلاندز. حيث وجد من خلال المسح الميداني انتظام نسبي في ميل السفوح الشمالية والجنو بية على طول وادي زموع (شكل ١٠)، اذ تتراوح زوايا الانحدار الشائعة على تلك السفوح بين ٢٥ و ٣٠ درجة، و يصل الميل أحياناً الى ٤٥ درجة. وتنشط ظاهرة التجفف والتشقق على السفوح الجنو بية والغربية المواجهة للشمس، حيث تجف التكو ينات الطينية المتكشفة من وحدة صخور الكرنب الأعلى ووحدة صخور الحجر الكلسي العقيدي بسرعة عقب سقوط الأمطار، مما يسهم في تنشيط الجدولة على حافة رأس النقب. كما تشهد ذرى حافة رأس النقب الجنو بية والجنو بية الغربية المواجهة للشمس ذوبان الثلوج في بعض المواسم في الربيع، اضافة الى ارتفاع معدلات الأمطار الساقطة بالمقارنة مع بقية أجزاء حوض وادي احيمر مما يسهم في تطور سفوح البيديمنت عند قاعدة حافة رأس النقب، حيث تتغطى اجزاء من تلك السفوح بحطام صخري ومفتتات ومواد سائبة متفرقة. وقد تعرضت السفوح المواجهة للشرق والجنوب الشرقي سواء على حافة رأس النقب أو خشم امشيطي الى التعديل بفعل الانزلاقات الأرضية

الكبيرة من نمط التدهور والتي يعتقد بتكونها في البليستوسين الأعلى أما في مرحلة اللسان Lisan Stage (قبل ١٥ ــ ٢٠ ألف سنة)، أو في مرحلة تكون البحر الميت الحالي Dead Sea Stage (١٥ ألف سنة) حيث شهدت تلك المراحل فترات مناخية رطبة ونشاط تكتوني واضح (١٧). ففي البليستوسين الأوسط تكون منخفض تكتوني طولاني من نوع المنخفضات المصاحبة للتراكيب Synsedimentary structures على الطرف الغربي لمنخفض



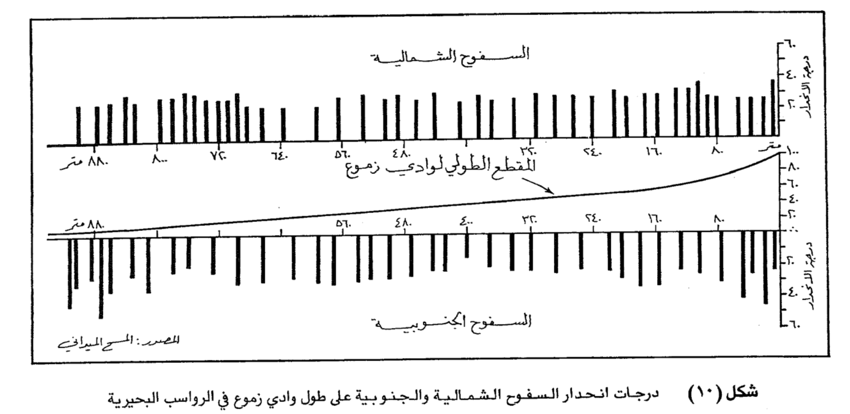
شكل (٩) المقطع الطولي والمقطع الجيومورفولوجي لوادي أحيمر

القويرة ــ قاع النقب، متجه بموازاة وادي عربة. و يعتقد بتكون هذا المنخفض كنتيجة للنشاط التكتوني في الرباعي، أي بعد تكون بيديمنت القويرة ــ قاع النقب. و ينحصر هذا

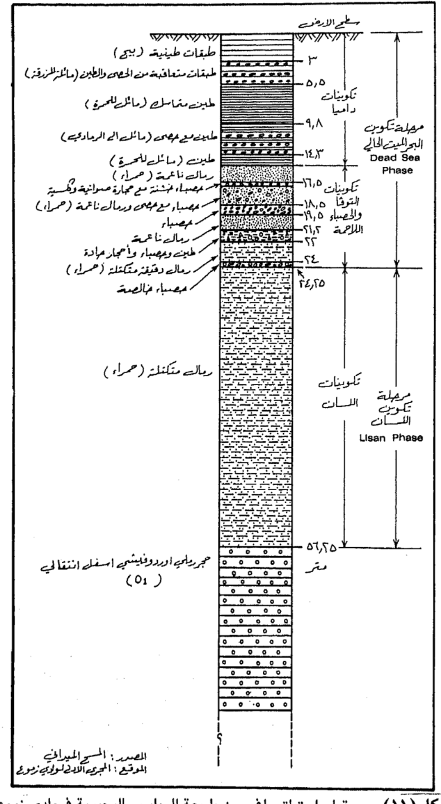
١٧. Farrand, W.R., 1971, Late Quaternary Paleoclimates of the Eastern Mediterranean area. In : Turerain, K. K. (ed.), *The Late Cenozoic Glacial ages*, New Haven, p. 529 - 564.
Zak and Fruend, 1966, Op. Cit., p. 33.
Vita - Finzi, C., 1964, observations on the late Quaternary of Jordan. Palestine Exploration Quarterly, 96 th yr, 19, p. 19-31.

المنخفض بين كنتور ٨٢٠ متر وكنتور ٩٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر غربي وادي الغريض مباشرة. وقد شغلت هذا المنخفض في البليستوسين الأعلى بحيرة مؤقتة ابان الفترة المطيرة الرئيسية من Würm وتم فيها ترسيب ٣٢ متراً من الرمال المتكتلة الحمراء والمشتقة من صخور الحجر الرملي الكامبرى والحجر الرملي الكرنب. وتقابل هذه الرواسب تكوينات اللسان (١٨) المعروفة في غور الأردن (شكل ١١، جدول ١). ثم حلت فترة جفاف أصبحت معها البحيرة مالحة Brackish، أعقبها ترسب غطاءات من الحصباء الخالصة والرمال بسمك عشرة أمتار. و يطلق على الفترة الترسيبية تلك فترة ما بعد اللسان Post Lisan arid phase، وهي تقابل التوفا Tufas في الأردن، وتتميز بتطرف الجفاف وتعاظم تكون العواصف الرملية أكثر مما هي عليه في الوقت الراهن (١٩). وفي أواخر فترة Würm استمرت فترة الجفاف التي

١٨. Farrand, 1971, Op. Cit., p. 549.
١٩. Vita - Finzi, 1964, Op. Cit., p. 19-31.



شكل (١٠) درجات انحدار السفوح الشمالية والجنوبية على طول وادي زموع في الرواسب البحيرية



شكل (١١) مقطع استراتجرافي يبين طبيعة الرواسب البحيرية في وادي زموع

تخللتها فترات رطبة ترسب خلالها ارسابات طينية بسمك خمسة عشر متراً وتشبه رواسب القيعان. وتقابل هذه الرواسب تكوينات داميا Damya [٢٠] في غور الأردن.

وقد نجم عن الفترات المطيرة في الرباعي المتأخر استقرار رواسب طينية علوية خالصة وبسمك ثلاثة أمتار، ويطلق بدو المنطقة عليها اسم «المواص». وترتفع فيها نسب الأملاح ارتفاعاً كبيراً يتراوح بين ٧ و٦٩ ملليموز (جدول ١) حتى أن البدو كانوا يستخلصوا ملح الطعام منها وذلك بتذويبها في الماء والانتظار حتى يترسب الطين من المحلول.

جدول ــ١ ــ

درجة الملوحة في التكوينات الطينية لعينات من أعماق مختلفة في المجرى الأعلى لوادي زموع

المقطع	عمق العينة (سنتميتر)	درجة الملوحة (ملليموز)
الأول	٢٠	٦٩
	٣٠	٥٢
	سطحية	١٤
الثاني	١٥	٧
	٣٠	٦٢
	٤٠	١٤

ويفصل بين لحقيات سفح الحضيض الصحراوي والقاع الترسيبي الذي يمثل البحيرة البليستوسينية المؤقتة بقايا قناة مائية عربية (عباسية) انشئت لنقل المياه من نبع اليمام الى الحميمة. وقد قوضت القناة في هذه المنطقة عند أحد روافد وادي زموع بسبب النحت مما يؤكد على أن هذا المجرى لم يكن موجوداً عند انشائها من جهة، وعلى عنف عمليات النحت المائي من جهة أخرى رغم الظروف المناخية الصحراوية الراهنة. وتدل المشاهدات الميدانية على وجود مسافة بضعة أمتار فقط بين رؤوس وادي زموع (أحد روافد وادي أحيمر) والضفة الشمالية لوادي الغريض، ولذلك تندفع المياه أحياناً في مرحلة الفيضان من وادي الغريض باتجاه وادي أحيمر مما يعني أنه يوجد حالياً أسر جزئي لوادي الغريض من قبل وادي أحيمر، بينما تمت عملية الأسر كلية بالنسبة لوادي جمام (شكل ٤). وقد استطاع وادي زموع تجاوز القناة بمقدار عشرين متراً، حيث تبلغ سعة فجوة مجراه عند القناة ٢٥ متراً، بينما تصل سعة المجرى غربي القناة حوالي ٤٣٫٥ متراً. واذا كان التقطع في الرواسب البحيرة موجوداً قبل انشاء القناة فانه كان متواضعاً، بمعنى أن القناة كانت بعيدة عن الشعب بحوالي ٢٠ متراً. وهذا يعني أن معدل التراجع الوسطي أو النحت (أو نمو الشعب) حوالي ٤

---

٢٠. Abed, A., 1985, Geology of the Damya Formation, Dirasat, Vol. XII, p.100.

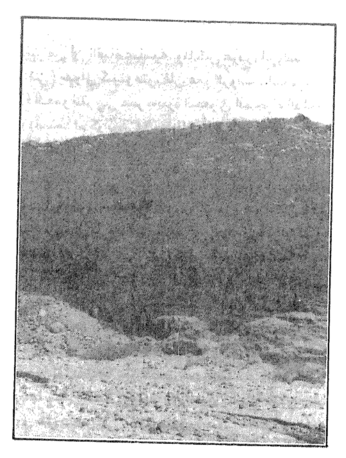
سنتيمتر لكل سنة بافتراض أن القناة عباسية. ولما كان عرض الرواسب البحيرة الوسطى (من خلال المسح الميداني) حوالي كيلومتر، فان عمر الرواسب البحيرية يقدر بحوالي ٢٥ ألف سنة. و يناظر هذا العمر القريبي عمر بحيرة الجفر في الصحراء الداخلية للأردن، حيث تم تقدير عمر رواسبها باستخدام كربون ١٤ بحوالي ٢٦٤٠٠ + ٨٧٠ سنة (٢١). ولذلك تعد بحيرة الحميمة الآنفة الذكر نظيراً لبحيرة الجفر.

وتشكل المصاطب النهرية (شكل ٤، ٩، ١٢) ظاهرة جيومورفولوجية هامة بالنسبة للزمن الرباعي. فقد طور وادي أحيمر في المجرى الأسفل عند المصب وعلى منسوب ٢٥٠ متراً (فوق مستوى سطح البحر) مروحة فيضية تتميز برواسب غير مصنفة تحتوي على جلاميد ضخمة دلالة على ارسابها الفجائي، كما أنها مصدوعة. و يعتقد بأنها أرسبت في البليستوسين الأسفل أي في المرحلة الأولى من تطور الوادي عندما كان الحوض المائي صغيراً. وفي البليستوسين الأوسط قام الوادي بارساب كميات هائلة من الرواسب شرقي نقطة التقاء وادي أحيمر بالركية. وعندما نشطت الحركات التكتونية في البليستوسين الأعلى قام الوادي بأسر البحيرة البليستوسينية في منطقة الحميمة وعاد الوادي بعد أن وسع مجراه فنحت المروحة الفيضية مخلفاً بقاياها عند المصب بسمك ستة أمتار، كذلك نشط الوادي في نحت رواسبه التي أرسبها شرقي نقطة التقاء وادي أحيمر بالركية فتكون نتيجة لذلك مصطبتين لحقيتين، تقع الأولى على منسوب ٣٠٠ متر (فوق مستوى سطح البحر) بينما تقع الثانية على منسوب ٣٥٠ متر (فوق مستوى سطح البحر). و يبلغ سمك المصطبة الدنيا حوالي عشرة أمتار (جدول ٢)، و يطغى على نصفها العلوي رواسب طباقية متفاوتة السمك (شكل ١٢). و يعتقد بتكون هذه المصطبة في المرحلة الثانية من تطور حوض الوادي حيث ارسبت في بادىء الأمر خمسة أمتار من الرمل الخالص بعد أن شق الوادي مجراه في الحجر الرملي الكامبري وحفر في رواسبه الفيضية السابقة.

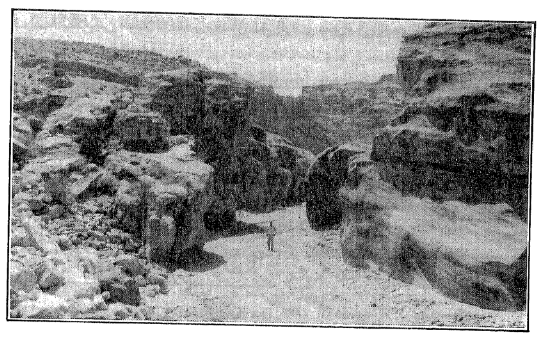
من جهة أخرى يبلغ سمك المصطبة الثانية عشرين متراً. وتتوضع هذه المصطبة فوق صخور الحجر الرملي الكامبري، كما تتباين مناسيبها على جانبي الوادي لمسافة كيلومتر تقريباً بسبب عمليات التصدع الحديثة، حيث يقطع الوادي مجراه هنا على طول صدوع محلية في صخور الحجر الرملي الكامبري، و يضيق بحيث لا يزيد اتساع المجرى عن عشرة أمتار في أغلب الأحوال (شكل ١٣)، وتحيط به حوائط رأسية من الحجر الرملي. و يعتقد بأن المصطبة العليا قد تكونت في المرحلة الثالثة من تطور حوض الوادي، وهي المرحلة التي تم فيها اسر البحيرة البليستوسينية في منطقة الحميمة وتقطيع أوصال رواسبها وتكوين البادلاندز. وتدل مواد المصطبة العليا على تواجد مورد ضخم من المواد السفحية Regolith المجواة على جانبي

---

٢١. Huckriede, R., and G. Wiesemann, 1968, Der jungpleistozane pluvial- See von El Jafr und weitere Daten Zum Quarter Jordaniens. Geol. Palaeontol. (Marburg), 2, p. 73.



شكل (١٢) أحد المصاطب اللحقية قرب مصب وادي أحيمر



شكل (١٣) مجرى ضيق لوادي أحيمر على طول أحد الصدوع المحلية

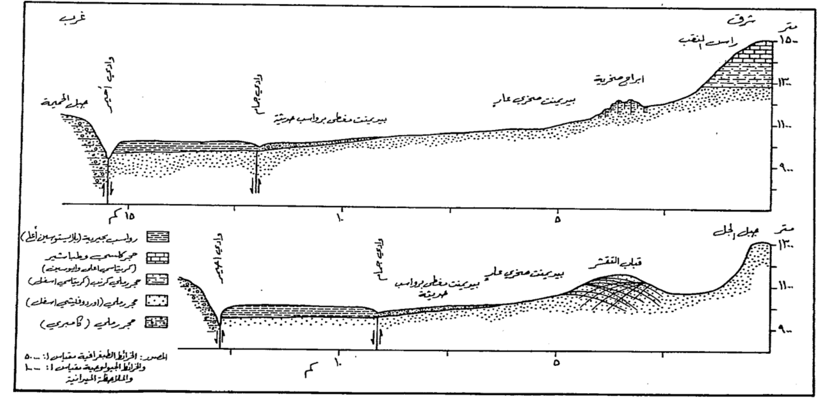
الروافد في الحوض الأعلى لوادي أحيمر قبيل البحيرة البليستوسينية ضمن وحدة الكتل شديدة التخلع (التصدع)، وكانت العواصف الماطرة من القوة بحيث تمكن الوادي من اكتساح تلك المواد وترسيبها مع قليل من التصنيف. وقد ساعد على رفع معدلات المواد المجواة ارتفاع كثافة المفاصل والشقوق التكتونية في صخور الركيزة والحجر الرملي الكامبرى بدليل شيوع ظاهرة الرجوم الصخرية Tors في المجرى الأعلى للوادي. و يبين الجدول (٢) المصاطب اللحقية في وادي احيمر ونظائرها في وادي الشقيري ـ الفلق، ووادي الحسا، وروافد نهر الأردن الأدنى.
و يعتقد الباحثان بامكانية وجود مصطبة نهرية ثالثة على الأقل على منسوب أعلى من المصطبة العليا الآنفة الذكر، الا أن صعوبة الحركة في المجرى الأعلى للوادي لم تمكن الباحثين من التعرف اليها، و يؤكد هذا التوقع ظهور انقطاع على المقطع الجيومورفولوجي (شكل ٩) على منسوب ٣٧٥ متراً، اضافة الى ظهور عدد من نقاط التقطع (شكل ٩) على منسوب أعلى من مناسيب المصاطب النهرية التي تم تحديدها.

٤. العمليات الجيومورفولوجية وتطور المنحدرات: ـ

تتباين مورفولوجية المنحدرات والعمليات الجيومورفولوجية المسؤولة عن تشكلها تبايناً كبيراً في حوض وادي أحيمر، اذ تتراوح أشكالها بين سفوح لطيفة الميل كسفوح البيد يمنت، أو الجروف أو الحافات شديدة الانحدار (> ٤٥°). كما تتباين الحافات نفسها، اذ نجد حافات بسيطة تتكون من نوع صخري واحد وشديد الصلابة والمقاومة للنحت كالجروف الجرانيتية، أو متوسط الصلابة كصخور الحجر الرملي الأوردوفيشي تطور عنه حافات بسيطة يطغى عليها التحدب كقباب التقشر. وعندما ترتفع كثافة المفاصل والشقوق تتكون الأبراج الصخرية. وقد يكون الصخر هشاً كالرواسب البحيرية التي أسفر تقطيعها عن تكوين طوبوغرافية البادلاندز.

من جهة أخرى قد تكون الحافات مركبة في حالة تكونها من نوعين من الصخور تتباين في صلابتها ومقاومتها للنحت، حيث تتواجد طبقة صخرية صلبة غطائية أسفلها طبقة صخرية أقل صلابة كما هو الحال في جبل خشم امشيطي اذ تتوضع الطبقات الكلسية فوق صخور الأردوفيشي الأسفل الرملية. أو العكس عندما تتوضع طبقات صخرية لينة كالحجر الرملي الكمبرى فوق صخور أصلب كالجرانيت. اضافة لما سبق يمكن مشاهدة حافات معقدة تتكون من عدة وحدات صخرية تتباين في صلابتها كما هو الحال في حافة رأس النقب.
و يعكس نمط تراجع المنحدرات في المنطقة طبيعة التجوية والنحت والبنية. وعموماً يتوقف شكل المنحدرات على عدة عوامل أهمها: ـ

أ) درجة مقاومة الصخور للحت أو بمعنى آخر درجة تلاحمها ونفاذيتها.
ب) كثافة واتجاه المفاصل والشقوق والمسافات بينها، وطبيعة تطبق الطبقات الصخرية.
جـ) درجة ميل الطبقات الصخرية واتجاهه.
د) طبيعة المنحدر والحافة من حيث كونها بسيطة، أو مركبة، أو معقدة وما يترتب على ذلك من تباين الصخور التي تتكون منها.



شكل (١٤) مقطعين في بيديمنت القويرة (منطقة قاع النقب)

جدول – ٢ – المصاطب اللحقية في وادى احيمر – الركية ونظائرها في وادى الشقيرى – الفلق ، ووادى الحسا ، وروافد نهر الاردن الادنى

روافد نهر الاردن الادنى *	وادى الحسا *	وادى الشقيرى – الفلق	اقصى سمك بالامتار	وادى احيمر – الركية	اقصى سمك بالامتار
ماقبل اللسان (بليستوسين اسفل ؟)	----------	----------		مروحة كونجلوميريت تتكون من الجلاميد والرمال اللاحمة (مصدوعة ، نحت)	٦
تكوينات اللسان (نحت)	المصطبة اللحقية الأولى (نحت)	----------		----------	
تكوينات التوفا والحصباء اللاحمة (نحت)	المصطبة اللحقية الثانية (نحت)	----------		----------	
رواسب المصطبة اللحقية العليا (نحت)	المصطبة اللحقية الثالثة (نحت)	المصطبة اللحقية العليا (نحت)	١٠	المصطبة اللحقية العليا (نحت)	٢٠
رواسب المصطبة اللحقية الدنيا	المصطبة اللحقية الرابعة	المصطبة اللحقية الدنيا	٢–٣	المصطبة اللحقية الدنيا	١٠
نحت	نحت	نحت		نحت	

* Source : Vita - Finzi, 1964, Op. Cit., p. 30 .

و يمكن التعبير عن أشكال الحافات بنسبة رياضية بسيطة أطلق عليها شوم Schumm وتشورلي Chorley (٢٢) مصطلح نسبة التجو ية (W) Weathering Ratio . اذ يتوقف ظهور أو اختفاء الأنقاض عند قاعدة الحافة أو السفح على النسبة بين معدل انتاج الحطام من واجهة الحافة (P)، ومعدل تفتتها وازالتها من نطاق القاعدة (d). فاذا كانت النسبة (W) تفوق وحدة واحدة فان ذلك يعني أن معدل الانتاج يفوق الازالة، و بالتالي يتكون سفح الهشيم أو مخروط الأنقاض. أما اذا كانت (W) تساوى أو قريبة من وحدة واحدة يكون هناك توازن نسبي بين معدل الناتج من الحطام ومعدل ازالته، و بالتالي تظهر أغشية سفحية Regolith قليلة السمك في الغالب. و بشكل عام تتميز قواعد الحافات أو السفوح في حوض وادي احيمر ــ الركية بنسبة تجو ية (W) اما مساو ية لواحد تقريباً (W=1)، حيث يظهر توازن نسبي بين معدل تكون المفتتات وازالتها كما هو الحال في سفوح البيديمنت، أو تفوق النسبة واحد (W > 1) كما هو الحال في بعض السفوح الجرانيتية حيث تظهر سفوح الهشيم ومخاريط الانقاض، أو تقل النسبة عن واحد (W < 1) كما يتضح في حافة رأس النقب. هنا تكون معدلات التجو ية سريعة ومعدلات الازالة أسرع بحيث لا يتبقى عند قاعدة الجرف أو السفح الا الجلاميد الضخمة فقط. و ينطبق ذلك أيضاً على الجروف المتطورة في صخور الحجر الرملي الأوردوفيشي الأسفل في المنطقة الواقعة بين جبل الجل وجبل ارقا حيث لا نجد عند قواعد تلك الجروف أية رواسب بسبب تفتتها السريع أثناء نقلها أو سقوطها باتجاه القاعدة، وسرعة ازالتها بالتذرية أو التعرية المائية.

أ) سفوح البيديمنت : ــ

تشكل المنطقة المحصورة بين الحافة الصدعية لرأس النقب وحافة صدع القو يرة، سفح حضيض صحراوي. تعرض للتسو ية في مراحل تطوره الأ ولى بفعل روافد وادي اليتم التي تنبع من حافة رأس النقب، وتم تعديله لاحقاً بفعل روافد وادي جمام التي أسرها وادى أحيمر، حيث تعرض السطح للتقطع على شكل ر بوات تمثل قباب تقشر تظهر نماذجها في قاع النقب (شكل ١٤). و يغطي سفح الحضيض جزئياً لحقيات يزداد سمكها بالاقتراب من قاع الذرو وسهل أبو سو يدا ليصل الى مترين. و ينكشف مقطعاً لهذه الرواسب بفعل التعرية المائية على طول وادي السميعي حيث لا يتعدى الانحدار درجة واحدة.

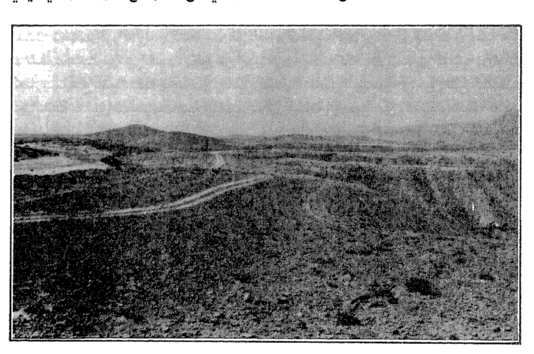
وقد تكونت سفوح بيديمنت مثالية في صخور الحجر الرملي الأ وردوفيشي الأسفل تتلاحم حول الر بوات الرملية وقباب التقشر والتلال الرملية من مخلفات النحت. و بالرغم من ظهورها في قاع النقب أسفل الحافة الصدعية، الا أن أوضح نماذجها يوجد جنو بي الحافة ابتداء من جبل الجل وحتى جبل أرقا حيث يقل تأثير الصدوع (شكل ٤). تتميز سفوح

---

٢٢. Schumm, S. A., and R. J. Chorley, 1966, Talus Weathering and scarp recession in the Colorado Plateaus, Zeit. für. Geomorph., 10, p. 33.

البيديمنت هنا بخصائص مورفولوجية متماثلة تقريباً. اذ تتقطع بواسطة الشعاب التابعة لروافد وادي جمام و وادي الغريض وحانوت وجديد، فتبدو كأشرطة صخرية تأخذ شكل المراوح الصخرية في أغلب الأحوال. وتتصل سفوح البيديمنت بقباب التقشر عبر تغير تدريجي مقعر في الانحدار، بينما تتصل بحافة رأس النقب وجبل الجل ومخلفات النحت الأخرى عبر انقطاع فجائي مقعر في الانحدار. وتبدأ هذه السفوح من قواعد الربوات اللاطئة أو قباب التقشر ومخلفات النحت الأخرى، وتنحدر باتجاه وادي الغريض و وادي جمام بمعدل يتراوح بين ٤ ــ ٥ر٦° جنوباً غربي قرية الحميمة، و٢ ــ ٥ر٣° غرباً (شكل ١٤). و يتعمق عدد كبير من الشعاب والمسيلات في صخور الحجر الرملي الأ وردوفيشي الأسفل في نفس الاتجاه مكونة خوانق يصل عمقها بضعة أمتار. و بعد مسافة تتراوح بين ٢ ــ ١٠ كيلومتر من جروف رأس النقب تتغطى سفوح البيديمنت بلحقيات رملية وحصو ية من الكوارتز بأحجام مختلفة (٣ ــ ٣٠ ملليمترا)، ثم يطغى عليها الطين والغرين في منطقة قاع الذرو. وفي المجرى الرئيسي لوادي الغريض ووادي جمام حيث يتسع سرير الوادي الى نحو ٢٠٠ متر تطغى الرواسب الرملية. و بالقرب من بلدة الحميمة الأ ثرية تتزحزح مجاري وادي الغريض وتدور حول بقايا نحت كلسية متناثرة تشكل تلالا هرمية محدبة الذرى (شكل ١٥)؛ يتراوح ارتفاعها بين ١٥ و ٢٠ متراً. ومن الأمثلة على بقايا النحت تلك جبل وثيده الذي يقع الى الجنوب من جبل الجل.

و يعتقد بتكون سفوح البيديمنت الحالية في قاع النقب مع بداية الر باعي أي في

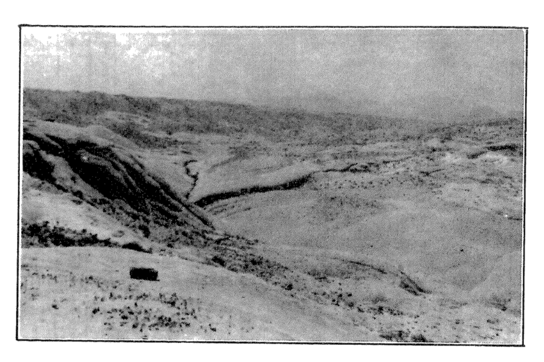


شكل (١٥) بقايا نحت كلسية متناثرة شرقي الحميمة

المرحلة التي تكونت فيها مروحة الكونجلوميريت عند مصب وادي أحيمر. وكان يمثل سطح منخفض القو يرة المحصور بين حافة رأس النقب وحافة صدع القو يرة مستوى القاعدة المحلي الذي تكونت عليه سفوح البيديمنت، حيث ازيلت تكو ينات الحجر الرملي الأ وردوفيشي الأسفل والكرنب مع نهاية البليوسين و بداية البليستوسين بفعل روافد وادي اليتم، و بعدها طغى الارساب ليزيد من انبساطها ولطف ميلها، حيث يرق سمك الرواسب باتجاه قواعد الروابي الصخرية. و بعد تجدد النحت في البليستوسين الأعلى نشطت عمليات التعرية المائية وتفوقت على عمليات الارساب في نطاق البيديمنت مما يحمل على الاعتقاد بأن تلك الأشكال تمثل أشكالا مبعوثة، أي كانت دفينة أسفل اللحقيات ثم انكشفت فيما بعد بفعل تجدد الشباب.

و بالرغم من نشاط الحركات التكتونية قبل تكون السفح البيد يمنتي الأساسي، الا أن تلك الحركات نشطت أيضاً بعد تكونه، و يستدل على ذلك من هبوط المنخفض الطولاني الصدعي في البليستوسين الأعلى، والذي توضعت فيه الرواسب البحيرية، علاوة على تعرضها للرفع على حافته الغربية بمعدل يتراوح بين ١٠ و١٥ متراً، والنحت التراجعي الصاعد لوادي أحيمر الذي مكن من أسر وادي جمام، وتقطيع الرواسب البحيرية، والنشاط التحاتي لروافد وادي جمام والتي قطعت السفح البيديمنتي حتى فرضت Imposed نفسها على صخور الحجر الرملي الأ وردوفيشي الأسفل. ومع استمرار النشاط الحتي وتجدد الشباب انطبعت المجاري المائية على نفس الصخور (شكل ١٦). اذ عمقت بعض روافد وادي جمام بالقرب من نبع اليمام بمعدل عشرة أمتار في صخور الأ وردوفيشي الأسفل. و بالاقتراب من قواعد حافة رأس النقب تعمقت الروافد رأسياً فانطبعت على غطاء اللحقيات مما يؤكد بأن قنوات الأ ودية هنا قد شقت مجاريها في القسم الأخير من الرباعي. وعندما انكشفت الصخور الرملية توافقت مجاريها مع بنية تلك الصخور وذلك باتباعها المفاصل الرئيسية، في حين تتبع الشعاب الجانبية شقوق الصخر ومفاصله الثانو ية. وتدل سرعة التعميق على قلة مقاومة هذا النوع الصخري لعمليات النحت المائي، و بخاصة وأن تيارات الماء هنا مسلحة برواسب وحصوات الكوارتز التي تعجل في ميكانيكية عمليات النحت. و يظهر ذلك بوضوح في تملس الجوانب الصخرية العارية للوادي مسافة بضعة أمتار فوق القاع.

و يبين الجدول (٣) بعض الخصائص المورفومترية لحقل من الأ براج الصخرية وقباب التقشر تم قياسها ميدانياً في قاع النقب. وتؤكد على دور المفاصل في تكون الشعاب وتطورها على سفوح البيديمنت في المراحل المتأخرة لتطورها. و يتضح أن اتجاه المفاصل يتبع اتجاهات الصدوع الرئيسية والثانو ية في حافة رأس النقب. اذ تأخذ المفاصل الرئيسة اتجاه شمال شمالي شرقي ــ جنوب جنو بي غربي، بينما تأخذ المفاصل الثانو ية اتجاه شمالي غربي ــ جنو بي شرقي. و يزداد متوسط ميل السفوح الشرقية (٣ر٧٣°) والغربية (٣ر٧٢°) لتلك الأ براج عن متوسط ميل سفوحها الشمالية (٣ر٦٨°) والجنو بية (٢ر٦٢°) لأسباب غير واضحة. و يعتقد بأن ازالة غطاءات اللحقيات التي كانت تتوضع فوقها، اضافة الى التعرية



شكل (١٦) مجاري منطبعة على صخور الحجر الرملي الأوردوفيشي الأسفل

المائية قد ساعد على توسعها.

وقد دلت الملاحظات الميدانية في شتاء عام ١٩٨٦ على أن مياه العواصف الماطرة تميل للتجمع بسرعة في عدد كبير من الشعاب والمسيلات التالية التي تنحدر على طول حافة رأس النقب وسفوح قاع النقب بحيث يتدفق الجريان السطحي بافراط يصل الى مستوى Supercritical (بناء على رقم فرودي Froudés number) يصبح التدفق السطحي Supercritical عندما يكون رقم فرودي أكبر من وحدة واحدة (٢٣). وعموماً يقل عدد المجاري المائية باتجاه البحيرة البليستوسينية شرقي الحميمة بحيث يصبح السطح أكثر لطفاً ونعومة. وتؤكد مورفولوجية مقاطع سفوح البيديمنت التي تم مسحها ميدانياً بأن تلك السفوح في حالة تقطع بفعل الشعاب الآنفة الذكر. و يتكرر التقطع من نفس الشعب أو الوادي على المقطع الواجد مما يؤكد الهجرة الجانبية للشعاب كما يتضح في منطقة جبل الجل. و يتجلى تأثير التقطع في تباين التوزيع التكراري لزوايا الانحدار على سفوح البيديمنت (شكل ١٧). فبالرغم من وجود قمة واضحة في التوزيع التكراري تتضمن فئة انحدار ٢ ــ ٤° وهي الميل النموذجي لسفوح البيديمنت، الا أن القمة الأخرى التي تحتوي فئة انحدار ٢٣ ــ ٢٨° تمثل في الواقع السفوح الجانبية للشعاب التي تقطع سفوح البيديمنت. وعندما يترسم الشعب أحد المفاصل ترتفع درجة انحدار السفح الجانبي للشعب لتصل ما بين ٧٠ و ٩٠ درجة، وفي حالة تجاوز

---

٢٣. Rahn, P. H., 1967, Sheet floods, Stream floods, and the formation of pediments. Ann. Assoc. Am.Geogr. 57, 593-604.

جدول – ٣ – مورفومترية الأبراج الصخرية المتطورة في صخور الحجر الرملي الاوردوفيشي الاسفل ،
الموقع : قاع النقب اسفل حافة رأس النقب ، المصدر : المسح الميداني

عدد الابراج	الابعاد (بالمتر)			اتجاه الجوانب وانحدارها (درجة)				عدد واتجاه المفاصل والشقوق	
	الطول	العرض	الارتفاع	شرق	غرب	شمال	جنوب	العدد	الاتجاه (درجة)
١	٥	٢٫٧٥	٢٫٥	٩٠	٨٢	٩٠	٦٣	مفصل رئيسي مزدوج في وسط البرج	٥٠
٢	٣٫٧٥	١٫٧٥	١٫٦٥	٩٤	٨٢	٧٦	٦٧	٧ مفاصل متوازية	٥٠ ، ٣٣٠*
٣	٢	٤٫٢	١٫٩	٩٠	٨١	٤٤	٦٨	لاتقطعها المفاصل وانما اطرافها محددة بها	
٤	٣٫٥	٤٫٥	٢	٤١	٩٠	٦٤	٣١	٦ مفاصل جوانبها الشرقية والغربية والشمالية محددة بمفاصل رئيسية	٤٥ ، ٣١٠*
٥	٧٫٥	٦	٤	٧٥	٨٣	٦٧	٨٨	٥ مفاصل	٤٠
٦	٤٫٥	٤	٣٫٧٥	١١٠	٧٨	٧٣	٤١	شبكة كثيفة من المفاصل الرئيسية والفرعية	٣٠ ، ٣٤٥*
٧	١٣٫٥	٣٫٧٥	٤	٩٠	٥٢	٩٠	٩٠	٥ مفاصل محاطة بالمفاصل من جميع الاتجاهات	٤٠
٨	٨٫٥	٤٫٥	٣٫٩	٦٢	٨٢	١٠٥	٨٢	مفصل واحد محاطة بالمفاصل من جميع الاتجاهات	٣٠
٩	١٠	٥	٣٫١	٣٣	٤٦	٨٨	٥٩	٤ مفاصل محاطة بالمفاصل من جميع الاتجاهات	٣٠
١٠	٦	٥٫٥	٢	٤٨	٤٧	٦٧	٣٣	٣ مفاصل محدد بالمفاصل من الشرق فقط	٢٥

* اتجاه المفاصل الثانوية .

السفح البيديمنتي الانقطاع الفجائي المقعر في الانحدار فانه يفضي الى الحائط الجبلي الذي تزيد درجة انحداره على ٧٥°.

يمكن تفسير تقطع أسطح البيديمنت اما نتيجة للتغير المستمر في نظام التصريف النهري الحالي والهجرة الجانبية لها و بالتالي تكونت سفوح البيديمنت بفعل الفيضانات الغطائية كما يعتقد كنج King (٢٤)، أو أنها تكونت أساساً بفعل الفيضانات النهرية Stream floods كما أوضح ران Rahn (٢٥). و يعد التفسير الأخير أكثر قبولا في الدراسة الراهنة بسبب ظهور عدد كبير من الشعاب وروافد وادي جمام والغريض منطبعة على صخور الحجر الرملي الأوردوفيشي الأسفل. ولا شك أن عمليات نحت البروزات الجبلية والتي تظهر بوضوح جنوبي جبل الجل وجبل أرقا اضافة الى عمليات البري الجانبي Lateral corrasion بفعل مجاري الأودية والشعاب هي المسؤولة عن تكون البيديمنت. و يبدو أن دور التخريش الريحي في تكون سفوح البيديمنت ضعيفاً في الوقت الحاضر. و بالمقابل ينشط عامل النقل الريحي بشكل واضح على نحو ما يستدل من تكرار العواصف الغبارية من جهة، وتغير نسج التربة اللحقية من السطح الى الأسفل أي من الخشونة الى النعومة على طول القطاع.

وتتباين قيم نقاط الانقطاع Nickpoints لسفوح البيديمنت* على طول خط الانقطاع بسبب تباين التصدع والتعرية المائية على طول حافة رأس النقب وتلال النحت وقباب التقشر جنوبها، وكذلك تباين الصخور وتطور الشبكة المائية.

و يتكون سطح البيديمنت من نطاقين واضحين: الأول هو نطاق النحت والثاني نطاق الارساب (شكل ٤، ١٤). و يمثل الحد بين النطاقين الحد العلوي للحقيات. وقد يكون هذا النطاق ثابتاً أو متغيراً، فقد يهاجر الحد صعوداً أو هبوطاً على طول السفح. و يعكس موقع هذا الحد العلاقة بين كمية الرواسب المتاحة وجهد العمليات المسؤولة عن اكتساحها وازالتها. ففي حالة وجود توازن بين كمية الرواسب ومعدلات ازالتها يبقى الحد ثابتاً نسبياً، و يكون سفح البيديمنت في هذه الحالة واسعة تقل بالدرجة الأولى، وعندما تكون معدلات الارساب أعلى من معدلات الازالة يهاجر الحد الى أعلى (٢٦). و يعتقد أنه في منطقة قاع النقب كان الحد يهاجر الى أعلى بسبب تزايد كميات اللحقيات حتى غطت الروابي اللاطئة في البليستوسين الأوسط. الا أنه بعد عملية أسر البحيرة البليستوسينية بفعل وادي أحيمر، أخذت

---

٢٤. King, L. C., 1953, Canons of landscape evolution. Bull Geol. Soc. Am., 64, 721-752.

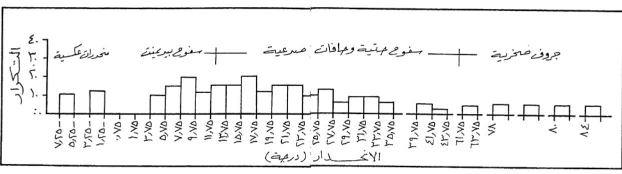
٢٥. Rahn, P.H., 1966, Inselbergs and nickpoints in south western Arizona, Zeit. für Geomorph., 19 (3), 217 - 225.

* أو الفرق في الانحدار بين الحائط الجبلي وسفح الحضيض الصحراوي أسفله، والذي يعبر عنه بالقيم السالبة لتقوس المنحدر Curvature عند نقطة الانقطاع.

٢٦. Cooke, R. U., and P. F. Mason, 1973, Desert Knolls pediments and associated landforms in the Mojave desert, California. Rev. Geom. Dyn., 22 (2), 49-60.

روافد وادي جمام في النحت التراجعي الصاعد في نطاق الارساب على طول البيديمنت بدليل تعمق المجاري في اللحقيات وفرض نفسها وانطباع تفاصيلها على صخور الحجر الرملي بعد انكشاف الروابي الرملية المستديرة (شكل ١٨)، و يعتقد أنه في ضوء النشاط التكتوني الراهن واستمرار تجدد الشباب فان معدلات ازالة الرواسب وتراجع الحد الى الأسفل وتوالي انكشاف الصخر أمراً مؤكداً بسبب تفوق معدلات النحت على معدلات الارساب. و يؤيد هذه الحقيقة أيضاً ارتفاع كثافة شبكة الشعاب والمسيلات على حافة رأس النقب. و بناء عليه فان الاتجاه الآن هو التخفيض المستمر لمنسوب نطاق النحت الصخري بفعل التجوية والتقشر والنحت المائي على طول القطاع. و يساعد على سيادة هذا الاتجاه وفرة الشقوق والمفاصل في صخور الحجر الرملي الأوردوفيشي الأسفل، وخلو مجاري الأودية والشعاب هنا من الرواسب.

ومن الشواهد الجيومورفولوجية الأخرى التي تؤكد النمط المورفوديناميكي الراهن تغير



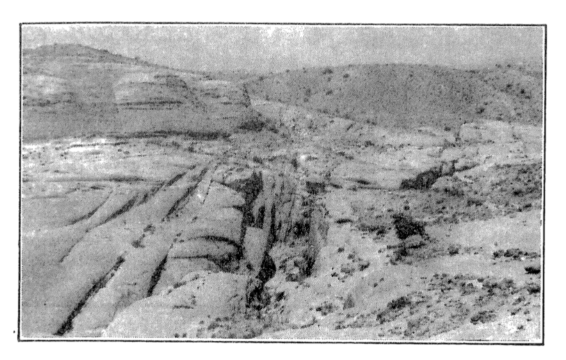
شكل (١٧) التوزيع التكراري لزوايا الانحدار على سفوح البيديمنت

خصائص نسج التربة في اللحقيات من الأعلى الى الأسفل، وأحياناً ظهور قطاعات تربة مبتورة Truncated ، وانكشاف الصخر Exhumation ، وانطباع تفاصيل الشبكة المائية على طول المفاصل والشقوق المتوافرة في صخور الحجر الرملي الأوردوفيشي الأسفل. واضافة الى التأثير الجلي للحركات التكتونية في الرباعي على تطور سفوح البيديمنت والأشكال الأرضية المرافقة لها، فان التغيير في العلاقات بين معدلات تكون الرواسب ومعدلات ازالتها، أي فترة استقرارية السطح وتكون التربة، ومراحل التقطع لها ارتباط كبير بالفترات المناخية المطيرة في الرباعي أيضاً.

ب) حافة رأس النقب : ـ

أسهمت العوامل التكتونية، والبنية الجيولوجية، وتباين الصخور، والخصائص الهيدرولوجية سواء في البليستوسين أو في الوقت الراهن بدور رئيسي في تشكيل مورفولوجية حافة رأس النقب. و يتمثل دور العوامل التكتونية والبنيوية في الصدوع الاقليمية الشمالية الغربية ـ والجنوبية الشرقية التي حددت الاطار المورفولوجي العام للحافة. من جهة أخرى ترتب على الحركات التفاضلية للصدوع اما نشأة أشكال أرضية بنيوية مستعرضة على الحافة كالأغوار والنجود، أو أحداث ضعف أرضي أدى بالتضافر مع العوامل الهيدرولوجية والضعف الصخري الى تكوين انزلاقات أرضية قديمة وحديثة. وقد لعب تباين الصخور واختلاف مقاومتها للعمليات التكتونية والتعرية دوراً في تطوير نماذج متعددة من المنحدرات التي تتميز بأشكال أرضية ثانوية وعمليات جيومورفولوجية لها شأنها في تراجع المنحدرات في الوقت الحالي. وتعكس الأشكال الأرضية الحالية وبشكل واضح دور التغيرات المناخية والحركات التكتونية في نشأتها وتشكيلها في البليستوسين. وقد ساعدت الملاحظة والقياس الذي أجرى على الطبيعة في تفسير تلك الأشكال في ضوء الظروف المناخية الراهنة والقديمة، اضافة الى تقييم العمليات الجيومورفولوجية الراهنة والتعرف الى دورها في صياغة الأشكال الأرضية الحالية.

تم مسح خمسة قطاعات انحدار في الميدان تمثل مورفولوجية الحافة. ومن تحليل التوزيع التكراري لزوايا الانحدار (شكل ١٩)، والتحليل الجيومورفولوجي للمقاطع (شكل



شكل (١٨) مجاري منطبعة بفعل المفاصل والشقوق على صخور الحجر الرملي الأوردوفيشي الأسفل.

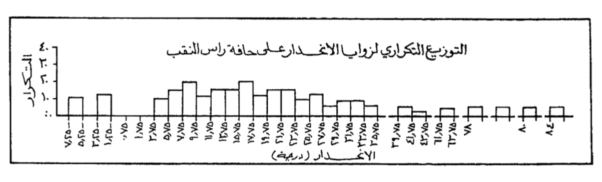
٢٠) أمكن تمييز عدد من الوحدات الانحدارية على النحو التالي: ـ

أ) المنحدرات المعكوسة Reversed slopes في مناطق الانزلاقات الأرضية الرئيسية، وتتراوح درجة انحدارها بين ـ ١ و ـ ٥ر٧ درجة.

ب) السفوح الحتية والحافات الصدعية، وتتراوح درجة انحدارها بين ١٢ و٤٣ درجة.

جـ) الجروف الصخرية وتتراوح درجة انحدارها بين ٤٥ و ٨١ درجة.

د) الأجزاء العليا من سفوح البيديمنت عند اقدام الحافة وتتراوح درجة انحدارها بين ٣ و٩ درجات.



(شكل (١٩) التوزيع التكراري لزوايا الانحدار على حافة رأس النقب

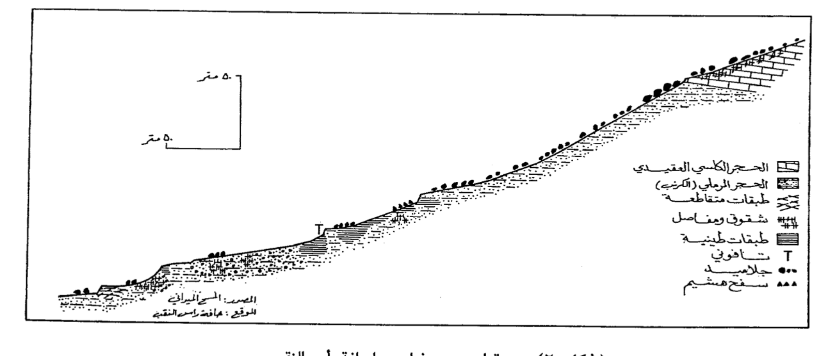
وقد أدى تعاقب الحجر الكلسي والدولوميت والكلس المارلي مع الطبقات المارلية والطينية في مجموعة الكلس العقيدي، ومجموعة الكلس الأ يكونو يدي، بالاضافة الى ارتفاع كثافة المفاصل والشقوق وميلها باتجاه المنحدر على طول صدع رأس النقب، وتخزين المياه في الطبقات الطينية الى زيادة قوى الضغط والقص واضعاف قوى التحمل ضد القص عدة مرات في البليستوسين و بالتالي تكو ين الانزلاقات الأ رضية من نوع التدهور Slump والتساقط الصخري، وزحف الصخور(٢٧). ومن الجدير بالذكر أن بعض هذه الانزلاقات تجدد في الفترة الراهنة مما سبب مشكلات لطريق رأس النقب ــ العقبة. وقد دفع هذا الوضع المسؤولين الى تغيير الطريق القديم. ولا يزال الطريق الجديد يعاني من الانهيارات الأ رضية الثانو ية و بخاصة في أماكن القطع الجانبي للصخور الطينية والمارلية والكلس العقيدي.

و ينشط على واجهات الجروف الصخرية عمليات تساقط الصخر ثم زحفه. اذ تكثر الجلاميد الصخرية والركام السفحي المتكون من صخور الحجر الكلسي الدولوميتي. وعموماً يزداد حجم جلاميد الحجر الكلسي المخرش والعقد الصوانية التي تظهر أحياناً مغروسة في المواد السفحية بالاقتراب من تلك الجروف مما يؤكد على أنها مشتقة من صخور الأم. وتتراوح أبعاد تلك الجلاميد بين ٥ر١ × ١ × ٨ر متر و ١٠ × ٣ × ٣ متر. وتلعب التجو ية التفاضلية عند انكشاف الطبقات الكلسية والكلس المارلي والطين، مع المفاصل والشقوق دوراً رئيسياً في تساقط الصخور، حيث يصل عمق بعض التجاو يف في الطبقات الطينية والمارلية أسفل الكلس الدولوميتي عشرة أمتار.

وقد أظهر استخدام حامض الكلوردريك HCL تفاعلا واضحاً مع مكونات جلاميد الحجر الكلسي المخرش والساقط من السفح العلوي مما يفسر مظهرها المخرش كنتيجة لسرعة استجابتها للاذابة. كذلك ظهر تفاعل نشط مع القشرة الكلسية المترسبة في المفاصل والشقوق مما يفسر توافق اتجاهات القنوات المائية والمفاصل والشقوق. و بالتالي فان ظهور تلك المسيلات مرتبط بالتحلل الكيميائي للمواد الكلسية شديدة القابلية للذو بان، بينما ارتبط تطورها بالنحت الميكانيكي الذي يزيد من فاعليته تواجد العقد الصوانية السائبة.

و يتكون في صخور الحجر الرملي الكرنب حفر التافوني بأبعاد متفاوتة. و يتفق ظهورها في أغلب الأحوال مع تواجد الطبقات الطينية والمارلية الرملية. وهذه الحفر أما غير متطورة تتراوح أبعادها بين ٢ر١ × ١ر١ × ٢ و ٨٠ × ٦٠ × ٣٠ سنتيمتر (بكثافة ١٦ حفرة لكل متر مر بع)، أو متطورة تماماً حيث تصل أبعادها الى متر أو أكثر. و يغطي السطح داخل التافوني قشرة غير متصلة ومغبرة الشكل و بسماكات مختلفة تصل أحياناً الى خمسة ملليمترات وتبدو غير متماسكة. في حين يغطي الجزء الخارجي من التافوني قشرة أكثر تماسكاً حتى من الصخر الام و يصل سمكها الى سبعة ملليمترات. وتظهر حفر التافوني بشكل رئيسي عندما

٢٧. Saket, S., 1975, Slope stability on the Jordanian highways-Unpub. Rept., Ministry of Public Works, p. 237-241.



(شكل ٢٠) مقطع جيومورفولوجي لحافة رأس النقب

يزيد ميل السفح عن ٥٠ درجة، الا أنها أكثر انتشاراً وتطوراً على المنحدرات التي تأخذ اتجاهاً جنوبياً أو جنوبياً غربياً بسبب وفرة الرطوبة.

حيث تنكشف الطبقات الطينية والمارلية يتراجع السفح بطريقة التقشر النشط و بخاصة عندما يكون سمك الطبقات الطينية كبيراً. و يساعد على التقشر وجود عدد كبير من الشقوق التكتونية التي تسهل عملية اكتساح المواد وازالتها بفعل التعرية المائية. و يؤدي تمدد المعادن الطينية في أوقات تساقط المطر (٦ ــ ١٠ أيام في السنة)، وانكماشها أثناء التجفف الى تكوين عدد كبير من الشقوق مما يجعلها عاملا هاماً في تراجع المنحدر. وقد قيس سمك القشرات المتكونة بعد حفر عدة أسماء في صخور الكرنب بين عامي ١٩٦٨ و ١٩٧٢ فوجد بأنها تتراوح بين أر و ٥ ر١ ملليمتر مما يعطي صورة ولو تقريبية عن معدلات التجوية. نلحظ أيضاً انعدام التفاعل الكيميائي بين حامض الكلوردريك والحجر الرملي المفكك بشدة والذي تعلوه قشرة رقيقة أحياناً، بينما وجد تفاعل متوسط مع الحجر الرملي الذي يعطي مظهراً مورفولوجيا مستديراً مما يدل على ترسب مكونات هذه الصخور في بيئة بحرية ضحلة حيث تكثر فيها المفتتات الحادة الزوايا.

وعندما تنكشف صخور الحجر الرملي الأوردوفيشي الأسفل عند أقدام المنحدرات، تكون اما سفوحاً مستقيمة أو خفيفة التقعر، أو تظهر قباب صغيرة الحجم عندما تتوافر المفاصل والشقوق. وتكون هذه العناصر الانحدارية اما عارية تماماً، أو تتجمع عليها الرمال في بعض المواضع لتكون نباكاً صغيرة الحجم، وقد تظهر بعض المفتتات صغيرة الحجم من الحجر الرملي الحديدي والحجر الكلسي المخرش وتتراوح أبعادها من بضعة سنتيمترات والمتر، مع زيادة ملحوظة في حجمها باتجاه المنحدر العلوي.

قائمة الأشكال الواردة في البحث

الآثار الجيومورفولوجية لمفاصل صخور الحجر الرملي بجنوب الأردن

الدكتور محمد أبو سفط

The Impacts of Joints on the Geomorphology of Sandstones in Southern Jordan

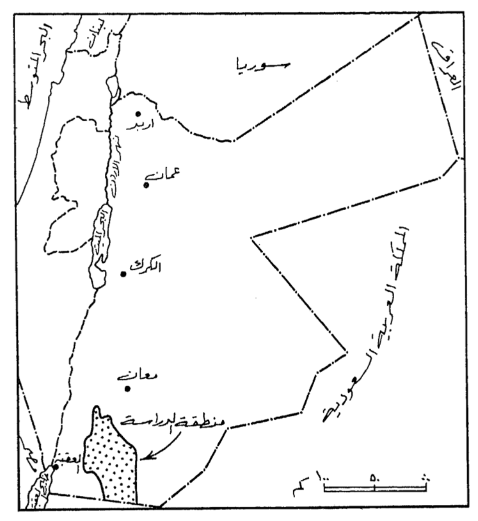
Abstract

The impact of Joints on the geomorphology of Sandstones in Southern Jordan has been discussed. Joints were evaluated in relation to their morphometric characteristics such as depth, orientation, and density. It is found that they constitute a major zones of weakness on which geomorphic processes acting heavily, and produced a wide variety of landforms and slope morphology.

١. المقدمــة : ـ

تشكل هذه الدراسة اضافة إلى القليل من الدراسات السابقة التي تناولت دور مفاصل الصخر وشقوقه بالبحث، وهي دراسات حديثة نسبياً تركزت حول موضوعين، دار الأول منهما حول دور المفاصل والشقوق في توجيه شبكة التصريف النهري، كدراسة (Gerrard, 1973) وكل من (Bannister and Arbor, 1980) اللذان بحثا آثارها في جنوب بنسلفانيا، بالاضافة إلى دراسة (Scheidegger, 1980) في جنوب انتاريو، والذي اشار إلى نشأة شقوق حديثة على جوانب البحيرات والمحاجر ومقاطع الطرق. اما الموضوع الثاني فقد ركز على نشوء الانسلبرج والابراج الصخرية كدراسة (Linton, 1955) وكذلك فعل كل من (King, 1966) و (Twidale and Junifer, 1978).

وتعالج الدراسة الراهنة التشققات الموجودة في صخور الكامبري والاردوفيشي الاسفل والأوسط والمتكشفة إلى الجنوب من حافة رأس النقب بجنوب الاردن (شكل ١، ٢). وتتناول المفاصل والشقوق من حيث كونها ظاهرة جيومورفولوجية، فتوصف اعماقها واتجاهاتها وكثافاتها وصفاً مورفومترياً ومن ثم بيان دورها كعامل جيومورفولوجي باعتبارها نطاقات



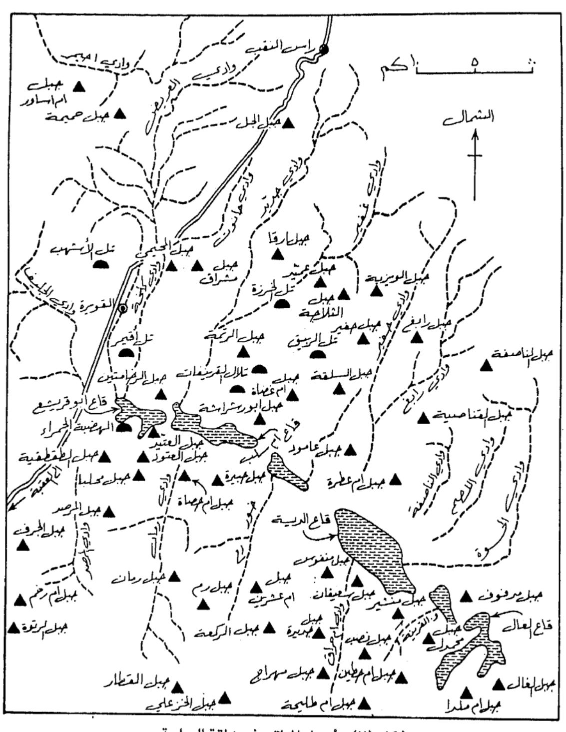
شكل (١) : موقع منطقة الدراسة

ضعف صخري تركزت على طولها العمليات الجيومورفولوجية، فتظهر آثارها باشكال منحدرات تحمل خصائصها احياناً، واحياناً اخرى بايجاد اشكال ناتجة عن الاخلال بالعمليات الجيومورفولوجية السائدة.

٢. الوضع الجيولوجي : ـ

يقع جنوب الاردن من الناحية الجيولوجية على الطرق الشمالي من الدرع العربي والذي تعرض إلى تعرية حولته إلى شبه سهل حتى يميل ميلا خفيفاً باتجاه شرق الشمال الشرقي (Bender 1974, p. 109) ترسبت فوقه طبقات من الحجر الرملي النوبي بسمك ١٣٠٠ متراً تقريباً. وتتناول الدراسة الراهنة منها ما يقارب ٩٨٠ متراً، تتألف من* : ـ

أ) الحجر الرملي الاركوزي المتطبق، و يعود لمرحلة الكامبري الأسفل و يتراوح سمك



شكل (٢) : أسماء المواقع في منطقة الدراسة

طبقاته من ٥٠ ــ ٦٠ متراً (Bender, 1963, p. 7) وتتكون صخوره من الحجر الرملي المتطبق الذي يبدأ من الأسفل بطبقات ذات محتوى خشن.

ب) الحجر الرملي المجوى البني الكتلي : و يعود لفترة الكامبري الاعلى، و يبلغ سمك طبقاته ٣٢٠ متراً، و يتكون من طبقات من الحجر الرملي تتخللها عدسات من الحجر الطيني الغريني وراقات من الحجر الرملي الحديدي.

جـ) الحجر الرملي الكتلي الابيض المجوى العائد لفترة الاردوفيشي الأسفل. و يتراوح لون هذه الصخور بين الابيض والبنفسجي. و يبلغ سمكها ٣٦٠ متراً يميزها قلة تماسكها وكتلية طبقاتها.

د) الحجر الرملي المجوى البني المتطبق العائد لفترة الاردوفيشي الأوسط. و يتراوح لون الصخور بين البني الفاتح والمغبر، وتتميز طبقاته البالغ سمكها ٢٥٠ متر بقساوتها وتفصلها.

تتميز تكتونيات المنطقة بنمطين من الصدوع كانا مسؤولان عن الملامح الطبوغرافية العامة: ــ

أ) الصدوع التي تتخذ اتجاه جنوب شرق ــ شمال غرب. وتشمل ثلاثة نطاقات يتفق الرئيسي منها مع محور القيعان الممتد من المدورة إلى القويرة، ممثلة من الشرق إلى الغرب بسهل ابو صوانة، وقيعان الخرم والغال، والديسة، وأم سلب واخيراً قاع أبو قريشع. هذه الصدوع عبارة عن نطاق غوري أخدودي عرضه ٣ كم (Heimbach and Meiser, 1965, p. 9) ورميته باتجاه الجنوب الغربي (Burdon, 1959, p. 53) يوازيه من الشمال نطاق ضعف تكتوني يتمثل في صدع رأس النقب الذي نجم عن حركة جانبية أفقية (Mikbel, 1985,) ومجموعة صدوع متوازية صغيرة تكونت على طولها حافة رأس النقب (Burdon, 1959, p.53). كما تشير الخريطة الجيولوجية إلى وجود نطاق اخر مواز لنطاق القيعان من الجنوب، و يمتد فيها بين جبل ام سحم وجبل ام الهاشم.

ب) خطوط التصدع التي تتخذ اتجاه شمال ــ جنوب، وتوازي في اتجاهها الصدع الرئيس لوادي عربة، و يمثلها في المنطقة صدع المرصد ــ القويرة والصدوع الموازية له. وقد تراوحت مقدار الازاحة فيه بين عدة امتار و ١٠٠ متر (Bender, 1963, p.10). وتتميز الصدوع الموازية له بصغرها وذلك بالابتعاد عن الصدع الرئيسي.

٣. الخصائص المورفومترية للمفاصل والشقوق: ــ

تتباين الشقوق في خصائصها المورفومترية بين منطقة واخرى و بين صخر وآخر في جنوب الاردن. وتتمثل هذه الاختلافات في اعماقها واتجاهاتها، وانفتاحها او انغلاقها.

أ ــ الاتجاه : ــ

كشفت الدراسة الميدانية عن وجود علاقة قوية بين اتجاه الصدوع واتجاه الشقوق، وتتضح هذه العلاقة عند مقارنة منطقة بعيدة عن الصدوع باخرى قريبة منها، فقرب خطوط التصدع تنتظم الشقوق في حزم شقية موازية لتلك الخطوط. كما يشير تقاطعها في مناطق التقاء الصدوع إلى قوة هذه العلاقة (شكل ٣).

يوضح (شكل ٣) كيفية توافق اتجاه الشقوق مع اتجاه الصدوع الرئيسية، و يزداد هذا التوافق بالاقتراب من مواقع تلك الصدوع. وتتخذ الشقوق اتجاهان رئيسيان في مناطق التقاء الصدوع الرئيسية كما هو الحال في (شكل ٣/ ٤ و٧). في حين تتخذ اتجاهات مبعثرة إلى جانب وجود اتجاهين رئيسيين كما هو الحال في (شكل ٣/٢) مما يؤكد ضعف تأثير الصدوع في تحديد اتجاهات الشقوق بالابتعاد عن خطوط التصدع الرئيسية.

ب ــ العمق : ــ

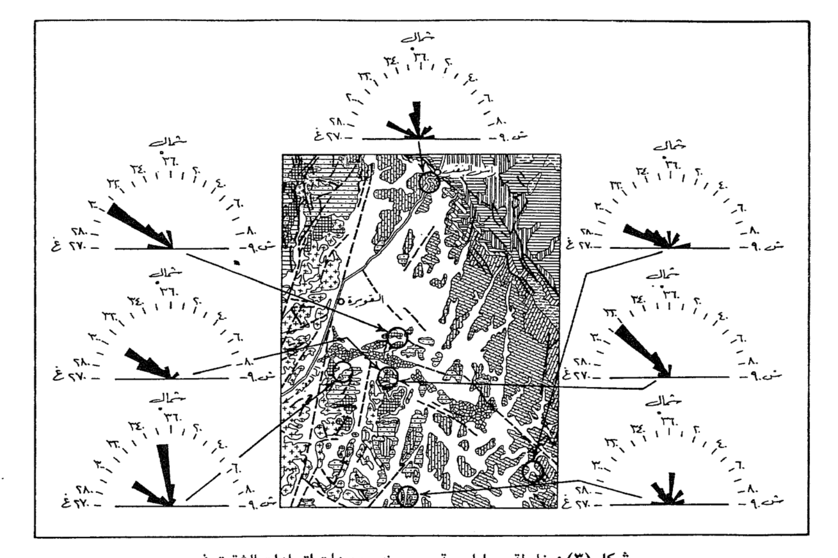
تقتصر الدراسة عن عمق الشقوق على تلك التي امكن مشاهدة اعماقها في الميدان. وفي هذا المجال أمكن تمييز شقوق قليلة العمق، واخرى عميقة متعامدة على الجروف الصخرية، الا ان اعماقها اقل من ارتفاع تلك الجروف. ونظراً لسفور صخور المنطقة فقد امكن تقسيم الصخر الواحد إلى عدة اقسام تميز كل منها باختلافات واضحة في عمق المفاصل وهي : ــ

١. في صخور الكامبري امكن تمييز منطقتين ذات اختلاف واضح في عمق الشقوق، الأولى: منطقة تسود فيها شقوق قليلة العمق في التلال الموجودة وسط قيعان ام سلبٓ وابو قريشع (العتيد، الهضبة الحمراء) وكذلك الطقطقية والعتود ومحلبا والرومان وجبل حبيرة. و يتراوح عنق مفاصلها بين ٢ر٣٠ متراً. اما المنطقة الثانية فتسودها الشقوق العميقة التي يغور بعضها ٣٥٠ متراً و يبلغ اتساعها على السطح بين ٤ و١٥ متر(١).* وتوجد بجبل رم وام عشرين والخزعلي.

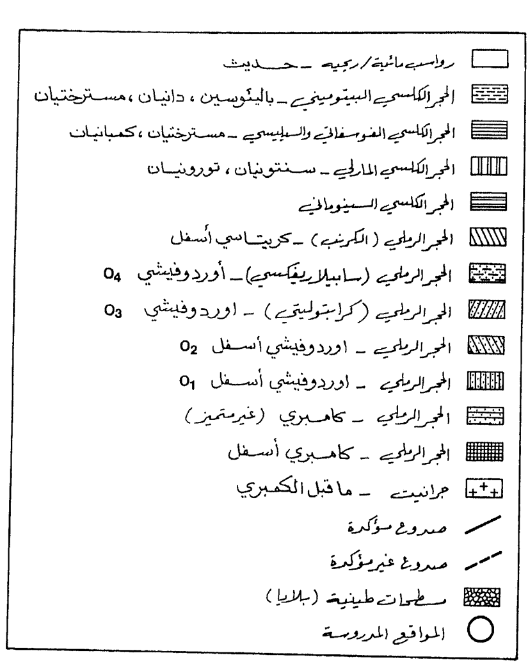
٢. في صخور الأردوفيشي الأسفل أمكن تمييز نمطين من الشقوق في منطقتين متباعدتين الأولى منهما : تتميز بعمق شقوقها التي تقطع التلال الموجودة في منطقتي القويرة وخور العجرم من الوسط. على الرغم من انتظام هذه الشقوق وكبر امتدادها وكونها من النوع المفتوح (Osborn and Duford, 1981, p.8)، الا انها عميقة بشكل يصعب معه تحديد عمقها بسبب وجود التلال التي تقطعها وسط حقول الرمل التي تغطي جوانب تلك التلال. الثاني : و يسود في منطقتي قاع الغال وقاع الاثل وتتميز هذه الشقوق بعمقها البالغ في المتوسط ٣م(٢) (تتراوح قياساتها بين ١ ــ ١٠).

---

* انظر المراجع في نهاية البحث



شكل (٣) : خارطة جيولوجية حسب بندر، و وردات اتجاهات الشقوق في
مواقع متفرقة من منطقة البحث (١ ملم = ٢,٥٪)، المصدر: القياس الميداني



دليل الخارطة الجيولوجية (شكل ٣)

جـ ـ كثافة الشقوق : ـ

هي عبارة عن مجموع اطوال الشقوق الموجودة ضمن حيز مساحي معين. وقد تراوحت مساحة الوحدات التي شملتها عمليات القياس ما بين ١م ٢ ـ ٥٠م ٢، وتسهيلا لعملية المقارنة فقد تم توحيد النسب والمساحات الي متر مربع واحد كمساحة نسبية. وقد كان التركيز في عمليات القياس الميداني على اماكن الكثافات القصوى، وفي بقاع متفرقة ثم حساب المتوسطات. وكانت اماكن القياس تفحص مسبقاً بحيث يراعى اشتمالها على مختلف الكثافات.

وقد تبين من واقع القياسات والمشاهدات الميدانية ان كثافات المفاصل تتباين من مكان إلى آخر، وذلك حسب القرب أو البعد من اماكن خطوط الصدوع في الصخر الواحد والصخور المختلفة. وجدت اعلى الكثافات في مناطق التقاء خطوط الصدوع، كما تبين أن أكثر الأماكن كثافة على جانبي الصدوع هي أماكن الحزم المفصلية، وتبلغ كثافاتها القصوى عندما تقاطع حزم الشقوق. ونظراً لاختلاف الخصائص الصخرية ودرجة استجابتها لعمليات التشقق ودرجة تصدعها فانه يمكن تميز الأنماط التالية في تشققها : ـ

١. يبلغ متوسط كثافة المفاصل في صخور الكامبري المتكشفة على الجانب الشمالي من محور القيعان التكتوني (المناطق المتاخمة لقاع ام سلب وقاع ابو قريشع من الشمال) تبلغ متوسط كثافة نحو ١م/م٢ (الكثافة القصوى ٥م/م٢). بينما وصل متوسط كثافتها على جوانب التلال الموجودة وسط القيعان ٥م/م٢ (القصوى ١٨/م٢)، وعموماً تزداد الكثافة في هذه التلال في حالة وقوعها على طول امتدادات صدوع فرعية مثل العتيد الذي تأثر بصدوع القيعان وادي محلبا و وادي الرومان. لذلك يبلغ متوسط الكثافة في تلك المواضع إلى ٨م/م٢ (الكثافة القصوى ٢٦م/م٢)، ومن جهة اخرى يبلغ متوسط كثافتها على الهوامش الجنوبية لنطاق القيعان التكوني (الجوانب الشمالية بجبل الطقطقية، العتود، جبل رومان، وجبل حبيرة) ٣م/م٢ (الكثافة القصوى ٢٠م/م٢). و بعيداً عن نطاق المحور التكتوني للقيعان نحو الجنوب تبلغ ١ر٠م/م٢ في رم و٠٧ر٠ م/م٢ في الخزعلي.

٢. في صخور الاردوفيشي الأسفل امكن تمييز ثلاث مناطق متباينة في كثافة مفاصلها. الأولى : وتتمثل بشقوق تلال خور العجرم، وتتميز هذه الشقوق بكونها مفردة قليلة الكثافة (اقصى كثافة لها ٠٤ر٠م / م ٢)، و يعود ذلك لبعدها النسبي عن النطاقات التكتونية الرئيسية في المنطقة.

الثانية : وتتمثل بالمنطقة الموجوة عند اقدام حافة رأس النقب شمالي دبة حانوت. ونظراً لوقوعها في منطقة التقاء نطاق حافة رأس النقب التكتوني مع صدع وادي المرصد ـ القو يرة فان الشقوق هنا تتميز بتصالبها، و بكثافة متوسطها ٦ر٠م/م٢ (اقصى كثافة ٢م/م٢).
الثالثة : وتتمثل بالمنحدرات السفلى لجوانب جبل الغال وجبل منيشير. وتتميز صخور هذه المنطقة عن سابقيتها بكونها مغطاة بصخور الاردوفيشي الأوسط ذات الخصائص الليثولوجية

المختلفة، في حين تتألف المنطقتين الأولى والثانية من صخور الاردوفيشي الأسفل. و يبلغ متوسط كثافة الشقوق في هذه المنطقة ٤م/م٢ بكثافتها القصوى ٨م/م٢.

إن ارتفاع كثافة الشقوق في صخور الأردوفيشي الأوسط بشكل عام بغض النظر عن موقعها من النطاقات التكتونية تنبىء عن اختلاف نشأتها عن نشأة الشقوق في الصخور السابقة الذكر، يدعم هذا الافتراض الاختلاف الكبير في طبيعة صخورها الأكثر تماسكاً وتطبقاً عن سابقيتها. وقد بلغ متوسط كثافة الشقوق فيها ٨م/م٢. و بالقرب من النطاقات التكتونية وضمن نطاق الحزم الشقية الموازية للصدوع المحلية ٥٢م/م٢ وذلك في منطقة التقاء صدع قاع الخرم وصدع الطرف الشرقي لجبل ام دفوف.

٤. الآثار والاشكال الجيومورفولوجية المترتبة على وجود الشقوق :ـ

لقد ترتب على وجود الشقوق اشكال وظواهر جيومورفولوجية متمايزة حسب خصائص تلك الشقوق من حيث العمق والكثافة والاتجاه بالنسبة للمنحدرات من ناحية، والأنواع الصخرية ذات الخصائص المتباينة من ناحية اخرى. و يمكن تصنيف تلك الأشكال حسب عمق وكثافة الشقوق إلى الانواع الآتية :ـ

أ ـ مجموعة الاشكال المرتبطة بالشقوق العميقة المفردة :ـ

المقصود بالشقوق المفردة هي تلك التي لا تنتظم في حزم، وانما تظهر كمفاصل منفردة ضيقة مليئة بمواد اعيد ترسبها، وفيما يلي تلك الاشكال :ـ

١. الخوانق العميقة :ـ

تنتشر هذه الخوانق بشكل رئيسي في صخور الكامبري المتكشفة في جبال رم وأم عشرين والخزعلي، و بشكل اقل على الجوانب الشمالية من قاع ام سلب. وتتميز بعمقها وضيقها، فبينما لا تزيد فتحاتها العليا عن ٢٠ متراً فان أسفلها يظهر أحياناً على شكل استمرارات غير مفتوحة وعميقة في الصخور السفلى. وتتخذ خوانق جبل رم وجبل ام عشرين امتداداً شرقي غربي وقليل منها يتخذ اتجاهاً شمالياً جنوبياً، بينما في الخزعلي تتخذ اتجاهات متباينة. وقد اشار Duford , Osborn إلى ان تطور ما يتعامد من هذه الشقوق على المنحدر غالباً ما يؤدي إلى تشكيل ما يشبه القلاع الصخرية. وتتميز هذه الخوانق بعمقها الذي يصل إلى ٣٥٠ متر، كما هو حال الخوانق الموجودة في جبل رم، و بعيداً عن منطقة رم فان عمقها يتراوح بين ٥٠ ـ ٢٠٠ متر.

تتميز جوانب هذه الخوانق بتسننها الرأسي والافقي، فتسنناتها الرأسية تعود لتعرض طبقاتها المختلفة لعمليات نحت تفاضيله يزداد على طول عدسات وطبقات الحجر الطيني السلتي من جهة وسطوح التطبق من جهة اخرى. اما تسننها الأفقي فيرجع نوع خاص من عمليات التجوية ينجم عنه بروزات واخاديد صغيرة رأسية متوازية يسميها بدو جنوب الاردن باسم طراقات (جمع طراقة) ومكنونات (جمع مكنون) (Abu-Safat, 1986, p.117-122).

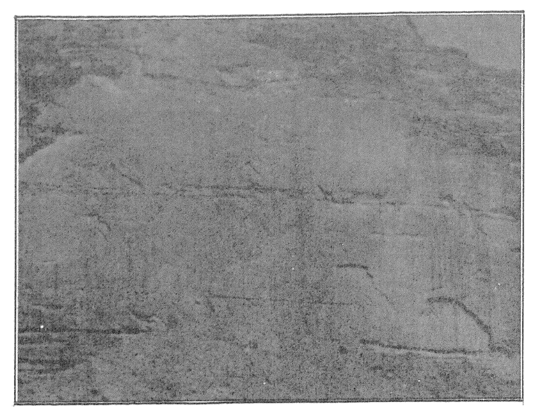
ان سيادة عمليات التجو ية البطيئة المتمثلة بتكون القشرات وعمليات التحفر، وتفتت العدسات الطينية عن طريق الابتلال والتجفف، وعن طريق اذابة الملاط الصخري وتفكك حبات الرمل بطريقة الانفراط (Osborn and Duford, 1981, p.10) كان له دور كبير في بقاء تلك الخوانق مفتوحة واضحة غير ممتلئة بالانقاض. وحتى لو تعرضت جوانبها لعمليات تهدم كتلي فان تلك الكتل تسحق وتكسر وتصل إلى ارض الخانق على شكل رمال مفككة يسهل على عمليات التعرية المختلفة ازالتها.

ان اكثر الخوانق وضوحاً هي تلك التي تقطع صخور الكامبري والاردوفيشي الاسفل في وقت واحد، مثال عليها جبل رم وجبل ام عشرين. وتتميز هذه الخوانق بكون فتحاتها في الأعلى اكثر اتساعاً من تلك المتكونة في صخور الكامبري فقط. و بالرغم من قلة سمك طبقات الاردوفيشي الأسفل الموجودة فوق صخور الكامبري في هذه المناطق الا انها تلعب دوراً منظماً بسبب تماثل مكوناته الصخرية وسهولة تفتته وتجو يته. وقد ترتب على ذلك ان اخذت جوانب تلك الخوانق في الأعلى شكلا مستديراً.

تطرح ضخامة خوانق الشقوق واتجاهاتها وابعادها تساؤلا عن نشأتها وكيفية حدوثها؟ وهل هي شقوق تكتونية؟ وإذا كان كذلك فلماذا لا تكون خصائصها كخصائص الشقوق التكتونية؟. وقد يتبادر إلى الذهن ان هذه الخوانق قد تطورت على طول حزم شقية عميقة، لكن الأجزاء العميقة المغلقة وغير المفتوحة لا تدعم هذا الافتراض، فهذه الاجزاء تظهر امتدادات الشقوق على شكل شقوق مفردة وليس على شكل حزم. وحسب تصورنا وعلى الرغم من صعو بة جمع الأدلة القاطعة بسبب وعورتها الطو بوغرافية التي تعيق المشاهدة الدقيقة والقياس والمعاينة الا انه لوحظت ازاحة افقية على طول شق فيها في منطقة القو يرة وذلك فيما بين الرخامتين وتل اقيمر وقد تطور ذلك الشق في اجزائه المكشوفة إلى خانق، وهذا يعزز القول ان هذه الخوانق عبارة عن صدوع تزيح المضرب Strike-slip faults. لكن مصاحبتها لاماكن الارتفاعات الشاهقة المحدودة بجوانب قائمة تعزز القول ان هذه الخوانق والموازية للمنحدر بشكل خاص عبارة عن شقوق قديمة و بعضها حديث تطورت بفعل عمليات تخفيف الضغط بسبب ازالة اوزان هائلة من تكو ينات الصخور الرملية الأحدث.

٢. الواجهات الملساء: ـ

يطلق عليها بدو جنوب الاردن اسم «ملقة» جمعها «ملقات» والملقة لغو ياً تعني الحجر الأمرس (معلوف، المنجد، ١٩ ص٧٧٤). والملقات شائعة الانتشار في جوانب جروف صخور الكامبري بشكل عام و بتلك الموجودة على منطقة القيعان بشكل خاص. واكثر هذه الملقات وضوحاً وضخامة تلك الموجودة على الجوانب الجنو بية للهضبة الحمراء (شكل ٤) وتلال القرنيفات وكذلك على الطرف الشمالي لجبل ام عشرين. وتتراوح مساحة الملقات بين عدة امتار مر بعة إلى ما يزيد عن ١٠٠٠م٢.



شكل (٤) : الواجهات المصقولة (ملقة) التي تتكون على طول شقوق عميقة، و يظهر عند اقدامها كوم حطام صخري (الصورة تبين الطرف الجنوبي الجنوبي للهضبة الحمراء). (ارتفاع الجرف ٢٥٠ متر).

ان ملامسة سطحها، وحجمها وأماكن توزعها تطرح تساؤلا عن كيفية نشأتها؟ وللاجابة على هذا السؤال لا بد من العودة إلى الشقوق العميقة وتركيب الصخر والعمليات الجيومورفولوجية البطيئة لتفسير ذلك. فدور الشقوق العميقة يتمثل بكونها تشكل سطوحاً جديدة تقطع الطبقات الصخرية رأسياً، وحتى يكون هذا الدور ايجابياً لا بد من كون هذه الشقوق على درجة من الضيق تحول دون عمليات النحت السطحي، بحيث تمتلىء فقط المواد الذائبة المترسبة التي تحملها المياه المتسربة بمسام الصخر. بالاضافة إلى ترسب المواد الدقيقة الطينية التي تحملها المياه المنسابة إلى تلك الشقوق. واما دور تركيب الصخر فيتعلق بنسبة المادة اللاحمة القابلة للاذابة ونوعها ومسامية الصخر. وقد دل تحليل القشرة الخارجية للملقات على غناها بالكربونات (١٥٪) مقارنة بالصخر الداخلي (٨ر٠٪). و يعمل تركز المادة اللاحمة المترسبة في الشقوق والمنقولة من جانبي الشق بالاضافة إلى المواد الدقيقة المنسابة مع المياة فيه إلى ملئه واخفاء الاختلافات الليثولوجية أسفل هذه القشرة.

وكـنـتـيجة للنحت التفاضيلي الذي ينشط في الطبقات والعدسات الطينية الغرينية التي تـكـثـر في طبـقـات الـحـجـر الـرملي الكامبري فانه يتشكل فجوات تشبه الكهوف تمتد افقياً في الـغـالـب، مـمـا يـؤدي إلى الـوصـول إلى سطح تلك الشقوق وتهدم كتلها الخارجية تاركة خلفها الطبقات المترسبة السابقة الذكر على شكل سطحا املسا. واذا ما تصادف وجود عدسات الطين أسـفـل منحدرات الصخور عميقة التشقق فان الملقات تظهر على شكل اسطح مصقولة صخمة. لـذلـك يـمـكـن الـقـول ان حـجم الملقات يتوقف على عمق الشقوق من ناحية وعلى مكان وجود عـدسـات الطين السلتي بالنسبة للمنحدر. من ناحية ثانية فاذا توافق وجود شقوق عميقة مع عـدسـات طـيـنـيـة اسفل المنحدر فانه يترتب على ذلك وجود ملقات ضخمة، في حين يترتب على وجود شقوق عميقة و وجود عدسات طينية في وسط المنحدر ظهور ملقات اصغر حجماً.

٣. اكوام الحطام الصخري : ــ

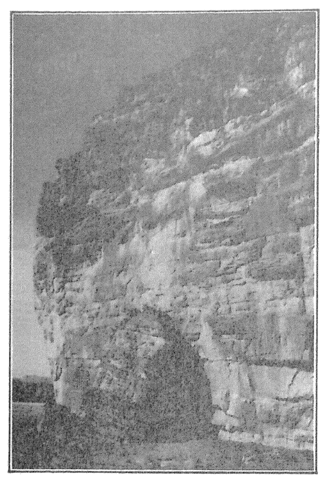
كـما ورد في الجزء الخاص بالملقات فان تشكلها يقترن بسقوط الكتل الخارجية للشقوق مـؤديـاً إلى تـراكـم فـتـات الـكـتلة عند اقدام الملقة. و يبقى حطامها على شكل كوم من الحطام الصخري. و يتكون هذا الكوم من كتل صخرية متفاوتة في احجامها حسب مايلي : ــ

أ) طبيعة سقوط الكتلة الخارجية للشق : هناك طريقتين لسقوط تلك الكتل، فاما ان تسقط سقـوطـاً وامـا تـسـقـط انـقـلابـاً، فـفـي الـحـالـة الأولى تكون الأجزاء المتبقية من الكتلة الـسـاقـطـة كـبـيـرة بـسـبب تـلـقـي الأجـزاء السفلى للصدمة. بينما في الثانية تتوزع قوة الاصطدام على كـل كـتلة و بالذات على نطاقات الضعف فيها والمتمثلة بسطوح التطبق مما يؤدي إلى تكسرها وتناثرها إلى كتل صغيرة.

ب) الارتـفـاع الـذي تـم مـنـه الـسـقـوط: من البديهي ان تكون الـعـلاقة عكسية بين الارتفاع وحـجـم الـكـتـل المختلفة عن عملية السقوط، فكلما زاد الارتفاع ازدادت قوة الاصطدام و بالتالي زادت امكانية تفتتها إلى كتل صغيرة.

جـ) الـزمـن : يـلعب عامل الزمن دوراً في حجم الكتل المتبقية عند اقدام الملقات. فمع تقادم الـزمـن تـتـفـتت الكتل و يصغر حجمها عن طريق تجو يتها وتعريتها، التي تزداد وتتركز بـشكل اكبر مما كانت عليه تلك الكتل على الجدران الصخرية. حيث ان تكسرها يترتب عـلـيـه زيـادة في مـساحة وعدد اسطحها الخارجية من ناحية، وزيادة اثر الريح كعامل نحت فيها عند أقدام الملقات

وغـالـبـاً مـا يـرافـق الملقات بغض النظر عن مساحاتها كتل صخرية كبيرة وعندما يزيد حـجـم الـواحـدة مـنـهـا عـن مـا يقارب ١م٣ يسميه بدو جنوب الاردن «رضمة». ورغم مـلازمـة الـرضـمـات لـلـمـلـقـات، فليس من الضروري ان تكون كل الرضمات ناتجة عن تشكل الملقات، فـهـنـاك بـعـض الـرضـمـات التي تنتشر على منحدرات صخور الكامبري المدرجة، والناتجة عن تـهـدم اسـقـف انـصـاف الـكـهـوف ذات الامتداد الافقي. وجدير بالذكر ان اكبر الرضمات التي شوهدت في المنطقة والناتجة عن سقوط رأسي تصل ابعادها إلى ٣٠×٦×١٢م (شكل ٥).



شكل ٥ : كتلة صخرية ضخمة (رضمة) عند اقدام الملقة على جوانب أحد تلال القرينفات شمال قاع ام سلب وقد سقطب قبل ما يقارب ١٢٠ سنة

٤. الهرابات :ـ

وترتبط الهرابات مورفولوجيا بالمفاصل المفردة ذات العمق القليل والمتعامدة او المائلة على المنحدرات. و ينتج عن توسع تلك الشقوق تشكل كهوف تتميز بصغر فتحاتها الخارجية و بعمقها الكبير نسبياً. وقد اظهرت معاينة ما يقارب ١٥ هرابة وجود علاقة واضحة بين تشكل الهرابات و وجود هذا النوع من الشقوق.

يرتبط تشكل الهرابات بوجود الشقوق التي يحدث على طولها تركيز لتسرب المياه، و بوجود عدسات الطين السلتي التي يتضاعف فيها اثر المياه. ونظراً للعلاقة الوثيقة بين انصاف الكهوف وتلك العدسات، فان الهرابات هي الأخرى تصاحبها. في حالات كثيرة تنتهي الشقوق عند بداية السطح العلوي للعدسات الطينية، قد تكون منذ البداية عملية التشقق لم تخترق هذه العدسات، وقد تكون قد سدت بسبب سهولة تجاوب مكونات هذه العدسات لأثر

المياه المتسربة. لذلك لوحظ ان معظم الهرابات قد تركزت فوق العدسات الطينية بفتحات نادراً ما يزيد اتساعها عن ١م و باشكال تتراوح بين المستديرة والمتطاولة. اما عمقها فهو كبير نسبياً (شكل ٦).



شكل ٦ : توسع احد الشقوق المتعامدة على انصاف الكهوف على الجانب الشرقي للطقطقية، حيث تشكل الهرابة

ب ـ مجموعة الاشكال المرتبطة بالشقوق الكثيفة قليلة العمق:

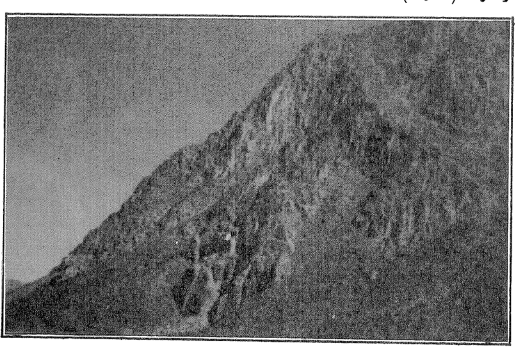
يتمثل دور هذه المجموعة من الشقوق بزيادة ملحوظة في التفكك الكتلي للصخور وتراكمها عند اقدام المنحدرات، لذلك يترتب عليها وجود اشكال حتية وترسبية تتمثل بمايلي: ـ

١. المنحدرات المدرجة: ـ

تتراوح درجات المنحدرات بين المصاطب المنبسطة الفسيحة وانقطاعات الانحدار. كما تختلف في اسباب نشأتها، فبعضها يعود لوجود افاق من الحجر الرملي الحديدي Sandstone Ferruqineous و بعضها يعود لوجود طبقات طينية غرينية تتراجع بسرعة وترتبط بتشكل انصاف الكهوف. اي انها ناتجة عن الاختلافات الليثولوجية التي تميز الكامبري، ولكن هناك بعض الدرجات لا يرتبط وجودها باختلافات ليثولوجية وهي على نوعين: الأولى: وتنحصر في الاجزاء السفلي من المنحدرات التي تطل على القيعان، وتتميز بتماثلها في المنسوب، ولا ترتفع

اكثر من ٢٥ متراً فوق ارض القيعان، وتتواجد فوق صخور مختلفة، وهي حسب رأي الباحث مناسب لبحيرة قديمة. الثانية : وهي تلك الدرجات غير الواضحة التي تظهر في الأغلب على شكل انقطاعات في الانحدار وهي الناتجة عن وجود الشقوق.

ترتبط الدرجات التي تعود في نشأتها لوجود الشقوق بوجود حزم منها إذ نادراً ما يؤدي وجود شق واحد إلى نشوء مثل هذه الدرجات. و يرتبط وضوح هذه الدرجات بعرض حزم الشقوق، فكلما زاد عرض حزم الشقوق، زاد عرض الدرجة المرتبطة بها، ونظراً لأن عرض حزم الشقوق نادراً ما يزيد عن ٣م فان هذه الدرجات لا تتجاوز ذلك العرض الا إذا كانت الحزم متقاربة بحيث تتصل مع بعضها، وفي هذه الحالة تظهر الدرجة مدرجة ايضاً. اما انحدار سطحها فيتراوح بين ٨ ــ ٤٠°. وتتميز هذه الدرجات بقلة استمراريتها، فهي تمتد لعدة امتار وقد تصل إلى ٥٠ متراً ثم تختفي. وهذا مرتبط باستمرارية حزم الشقوق وامتدادها. واكثر هذه الدرجات انتشاراً و وضوحاً تلك الموجودة على السفوح الشمالية لجبل حبيرة والطقطقية وجوانب العتيد والهضبة الحمراء. والشرط الاساسي لتكون مثل هذه الدرجات وانقطاعات الانحدار هو موازاة حزم الشقوق لجوانب المنحدرات، وهنا يظهر الأثر الجيومورفولوجي للشقوق ليس بوجود درجات وانما بوجود مسالك شبيهة بالمسيلات المائية، وهي تنتشر على الطرف الشمالي لجبل حبيرة وجوانب العتيد في صخور الكامبري وكذلك على الطرف الشمالي لجبل فيشير وجوانب جبل محمدل وجبل الغال في صخور الاردوفيشي الاسفل والأوسط (شكل ٧).



شكل ٧ : ركام سفح على جوانب صخور الاردوفيشي الاسفل ــ الأوسط على السفح الجنوبي لجبل الغال. كما يظهر اثر حزم الشقوق المائلة على المنحدر على شكل شبيه بالمسيل المائي

٢. ركام السفوح ومخاريط الانقاض :ـ

تفتقر اقدام منحدرات صخور الكامبري والاردوفيشي الاسفل بصورة عامة لوجود ركام السفوح الواضح المستمر بسبب سيادة عمليات التجوية والتعرية البطيئة. ولكن هناك حالات خاصة تلعب فيها الشقوق دور العامل الرئيسي لنشوء تلك الاشكال الترسبية عن طريق تسارع العمليات البطيئة وتحويلها إلى اقتلاع كتل متباينة في احجامها حسب كثافة تلك الشقوق. وكما ورد في الصفحات السابقة ترافق الرضمات الملقات التي تنشأ على الشقوق العميقة، فان ركام السفوح يرتبط بالشقوق الكثيفة و يتباين تشكل ووضوح ركامات السفوح حسب الانواع الصخرية المختلفة.

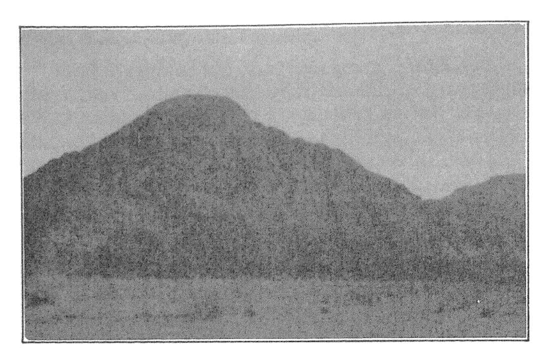
في صخور الكامبري يمكن تمييز الحالات التالية :ـ

١. على جوانب المنحدرات التي تتكون بكاملها من صخور الكامبري نادراً جداً ما تتشكل على جوانبها ركامات سفوح او مخاريط انقاض و بسبب شدة انحدار تلك الجوانب، وحت المراوح الحصوية يصعب تمييزها بسبب صغر احجام مكوناتها. واما عند ظهور الدرجات على منحدراتها فان كتل صخرية متفرقة تتكيء على تلك الدرجات.

٢. على جوانب المنحدرات التي تتكون من صخور الحجر الرملي الكامبري وصخور القاعدة الغرانيتية تتراكم المفتتات الصخرية مكونة مخاريط انقاض نموذجية وركامات سفوح واضحة المعالم وذلك في الاماكن الكثيفة الشقوق. كما هو الحال على السفوح الغربية لتلال القرينفات والسفوح الغربية لجبال المرصد، عتود، رومان، اي على جوانب الصدوع الرئيسة والتي تنتظم على جوانبها الشقوق التكتونية (شكل ٨) وحيث تقل كثافة الشقوق فان مخاريط الانقاض تختفي وتظهر ركامات سفوح متباينة في ابعادها كما هو الحال على جوانب جبل ام عشرين وجبل رم.

وفي صخور الأردوفيشي الاسفل يمكن التمييز بين حالتين تمثلان منطقتين ذات كثافات شديدة التباين في شقوقهما وهما : الأولى : وتمثلها جوانب مجموعة التلال المنتشرة بين خور العجرم وقاع الديسة حيث الشقوق قليلة الكثافة وطريقة التراجع الاساسية لصخور الأردوفيشي هي التفكك بطريقة الانفراط والتقشر السميك، وتتميز جوانب هذه التلال بخلو جوانبها التام من ركام السفوح وضخامة المراوح الصخرية. والثانية : وهي جوانب منحدرات جبال منيشير ومحمدل والغال. وتشكل صخور الأردوفيشي الاسفل المنحدرات السفلى لتلك الجوانب وتتميز صخور هذه الجوانب بوجود ركامات سفوح متصلة وواضحة نتيجة لكثافة الشقوق، وتزداد ركامات السفوح وضوحاً وتتحول إلى مخاريط أنقاض في حالة وجود حزم شقوق تتعامد على تلك المنحدرات (شكل ٧). اما مكونات ركام السفوح فهي من كتل يصل حجم اكبرها إلى ١م٢ ونسبة مفتتات صخور الأردوفيشي الأسفل إلى الأوسط تبلغ ١ : ٣.

وتمتاز جوانب منحدرات صخور الأردوفيشي الأوسط بشكل رئيسي من الحجر الرملي



شكل (٨) : مخاريط انقاض على السفح العربي لجبل عتود. مكونات ركام السفح من صخور الكامبري، وهي ظاهرة نادرة على جوانب تلك الصخور. والجزء الاسفل من المنحدر يتكون من صخور الغرانيت البريكامبرية

دقيق الحبات، جيد التماسك والتطبق (Bender, 1960, p.408) وكثيف التشقق بوجود ركام سفوح تغطي منحدراتها السفلى بشكل كامل، و يعود تكونها بالدرجة الأولى إلى ان عملية تراجع منحدرات هذه الصخور هي عن طريق التشققات الكثيفة ذات الاتجاهات المختلفة. لذلك تتميز سطوح المناطق المنبسطة والمائدية بوجود رق صحراوي حاد الزوايا، ناتج عن تفكك الكتل الصخرية على طول تشققاتها التي يغلب عليها نوع شقوق التجفف، وعلى جوانب المنحدرات تتدحرج هذه الكتل لتستقر على المنحدرات السفلى مكونة ركام السفوح، وعند اقدام المنحدرات مكونة المراوح الحصوية النموذجية (شكل ٩).

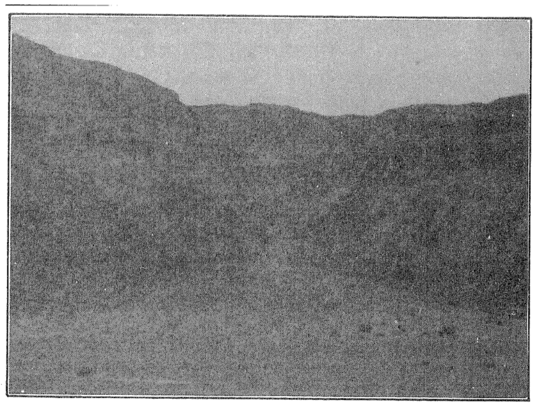
جـ ــ مجموعة الاشكال المرتبطة بالشقوق المتصالبة متوسط العمق : ــ

نظراً لارتباط معظم الشقوق في صخور الكامبري والأردوفيشي الاسفل بالصدوع فان مناطق تصالبها هي اماكن التقاء الصدوع، و يتناسب أثرها حسب حجم الصدوع والشقوق المرافقة، فاذا كانت الصدوع رئيسية تكاثفت المفاصل وانتشرت. اما دور تصالب الشقوق الجيومورفولوجي فيتمثل في تركيز عمليات التعرية و بقاء وانعزال الكتل المفصلية Joint blocks (لاهي، ص٣٠٦) وهذه الاشكال هي : ــ

١. القلاع الصخرية والتلال الشاهدة المنعزلة : ـ

بعيداً عن منطقة شبه السهل التحاتي الموجود إلى الشرق من سهل ابو صوانه، فان التلال الشاهدة الصغيرة الحجم تنتشر في اماكن التقاء الصدوع وتشير مقارنة الخارطة التكتونية بالخريطة الطوبوغرافية إلى توافق اماكن تصالب الصدوع مع التلال متمثلة بثلاث مناطق هي : ـ المنطقة الواقعة بين جبل ام سحم وجبل ام الهاشم، ومنطقة أواسط وأطراف القيعان. فالمنطقة الأولى مقطعة إلى مئات التلال التي تتفق مع جوانبها حزم الشقوق المتباينة في وضوحها، ومنطقة أواسط القيعان واطرافها شديدة الوضوح وممثلة بجبل عتيد والهضبة الحمراء ودور الشقوق والصدوع مجتمعة في نشوئها.

و يبرز دور الشقوق في الأماكن التي يقل فيها اثر الصدوع الرئيسية وتتأثر بهم بصدوع محلية صغيرة متقاطعة بكبر الكتل المفصلية الموجودة ضمنها. وقد ادت تعرية جوانبها على طول حزم الشقوق إلى عزل الكتلة المفصلية كقلعة صخرية بارزة. ونظراً لدور حزم الشقوق فيها من كل الجوانب فانها تميل إلى اتخاذ شكل قريب من المربع او الدائري. وقد امكن ملاحظة اثنتين من القلاع الصخرية، واحدة منها عند التقاء وادي محلبا مع وادي الرومان إلى الجنوب من قليب رومان، والأخرى على الطرف الشمالي الغربي من مدخل وادي رم.



شكل (٩) : ركام سفوح نموذجي لمنحدرات صخور الاردوفيشي الأوسط، حيث تظهر مخاريط الانقاض متصلة مع بعضها، كما تظهر المراوح الحصوية عند اقدام ركام السفح

٢. بيد يمنت منخفض القو يرة : ـ

وهي المنطقة المحصورة بين حافة رأس النقب من الشمال وجبل الجل من الشرق وجبل حميمة من الغرب واما من الجنوب والجنوب الشرقي فهي تتصل بالقيعان ووادي المرصد ووادي اليتم. و يتراوح ارتفاعها بين ٧٧٥ ــ ٨٥٠ متراً و ينحدر سطحها باتجاه الجنوب والجنوب الغربي بمقدار يتراوح بين ١ و ٣ درجات. و يقطع سطحها العديد من المسيلات المائية اهمها وادي اليمام ووادي احيمر ووادي كلخة. وتظهر على شكل بيد يمنت مكشوف في جزئها الشرقي والشمالي الشرقي في حين تتغطى بالمراوح الحصو ية والفيضية في قسمها الغر بي والجنو بي.

وقد تشكل البيد يمنت بسبب وقوعه في منطقة التقاء الصدوع الرئيسية في المنطقة وهي صدوع المدورة والقو يرة وصدوع المرصد ــ القو يرة ونطاق الضعف التكتوني الحافة رأس النقب من ناحية و بسبب الازاحة الرأسية على طول صدوع القو يرة ــ المرصد من ناحية ثانية. ونتيجة لكثافة الشقوق وتصالبها فقد تسوت وازيلت معظم تضاريسها الحادة. وجدير بالذكر ان كونيل اعتبرها احد السطوح الحتية العامة في منطقة الشرق الأوسط (Quennell, 1958, p.11).

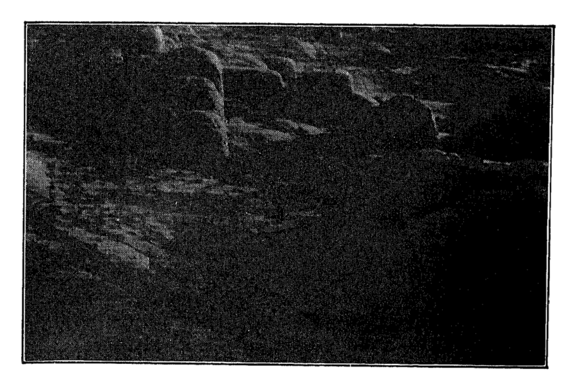
٣. الابراج الصخرية : ـ

يوجد حقل للابراج الصخرية عند اقدام حافة رأس النقب إلى الشمال من دبة حانوت. يشغل هذا الحقل مساحة طولها يقارب ٢٠٠ متر وعرضها ١٠٠ متر. وتشكلت في صخور الأردوفيشي الأسفل. يتراوح ارتفاع الابراج بين ٥ر١م و٤م وعرضها بين ٥ر١م و٦م وطولها بين ٢م و٥ر١٣م.

لقد بينت الدراسة الميدانية ان كل جوانب الابراج محاطة بالشقوق التي تتخذ اتجاهين رئيسيين هما : شمال ــ جنوب وجنوب شرق ــ شرق ــ شمال غرب. كما ان الابراج هي عبارة عن كتل مفصلية (شكل ١٠) ومما زاد في حفظها وتشكلها كون الشقوق من النوع الذي امتلأ بالمواد المذابة وصارت جوانبه اكثر تماسكاً من مراحل تكون واكتمال نضوج البيد يمنت إذا كانت كثافة الشقوق عالية. وفي حالة توافر المفاصل الرئيسية، أو الصدوع الثانو ية (قليلة الكثافة) تتكون قباب التقشر التي تمثل المرحلة الأخيرة من مراحل تكون واكتمال البيد يمنت.

٥. اثر الشقوق في تراجع المنحدرات : ـ

لا ينحصر تأثير كثافة الشقوق في ايجاد اشكالا معينة للسفوح، او في هدم بعض الاشكال التي يفترض ان تنشأ فحسب، وانما تعداها إلى تحديد درجة الانحدار على كثير من السفوح، وقد كشفت الدراسة المورفومترية لكثافة الشقوق ودرجة الانحدار عن وجود علاقة وثيقة بينها وان كانت متغايرة (شكل ١١).



شكل (١٠) : حقل الابراج الصخرية عند اقدام حافة رأس النقب في صخور الاردوفيشي الاسفل شمال غرب دبة حانوت. و يظهر اتجاه الشقوق واثرها في نشوء هذه الحقل من الابراج التي تشكل المراحل الاخيرة لتشكل بيد يمنت ناضج مكشوف

و يشير شكل (١١) إلى ان العلاقة بين كثافة الشقوق ودرجة الانحدار هي علاقة طردية حتى تصل الكثافة بين ١٥م / م٢ و٢٠م / م٢، و يترتب على هذه الكثافة تراجع نشط للمنحدرات يترافق مع زيادة في الانحدار يستمر حتى يبلغ ٥٠ ــ ٦٠° (خط أ في شكل ١١). ومع زيادة كثافة الشقوق عن هذا المستوى ضعف تماسك الصخر مما يؤدي إلى تحو يل اجزاء المنحدر المنبسطة إلى اجزاء درجية (خط ب في شكل ١١). اما الشقوق العميقة قليلة الكثافة فان وجودها بشكل منتظم يؤدي إلى ظهور واجهات عمودية قائمة (خط جـ في شكل ١١).

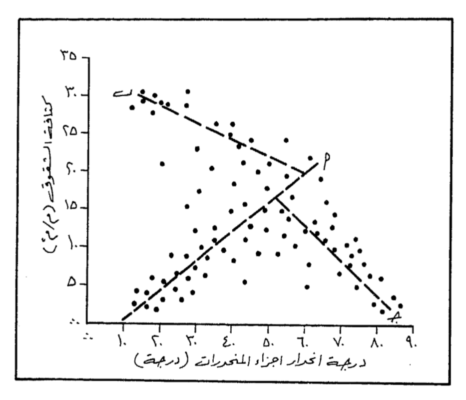
وقد كشفت الدراسة الميدانية القائمة على مسح القطاعات الجيومورفولوجية التفصيلية للمنحدرات عن دور الشقوق وحزمها في تحديد مقدار تراجع المنحدرات المختلفة (جدول ١).

و يكشف الجدول بوضوح عن التباين في مقدار تراجع الاجزاء العليا من المنحدرات بالمقارنة مع اقدامها من ناحية، وعدد حزم وكثافة الشقوق من ناحية اخرى. فبينما يتضح ان مقدار التراجع في العتيد والقرينفات يرتبط بعدد الحزم بشكل اكبر من كثافة الشقوق، فان هذه العلاقة تتوازن مع كليهما (كثافة وعدد حزم الشقوق) في كل من الهضبة الحمراء والطقطقية وحبيرة. و يمكن تفسير ذلك بتعاظم دور الاختلافات الليثولوجية في عملية

التراجع، متمثلا بتعدد مستو يات انصاف الكهوف والتدرج الواضح في المنحدرات.

وفي تلال الرخاميتين التي تتكون من صخور الأردوفيشي الأسفل يقل دور الشقوق وحزمها في مقدار تراجع اعلى المنحدر بالمقارنة مع اقدامه، ولكن يجب التعامل مع هذه الحقيقة بحذر بسبب وجود الشقوق العميقة التي تغلفها وصفحها طبقة كلسية وطينية اكثر تماسكاً من الصخر الاصلي. و بالتالي يتباين دور الشقوق هنا حتى تصبح العامل المسؤول عن قلة معدلات التراجع. كذلك يختفي اثرها بسبب عملية التراجع المتوازي المتمثل على الجوانب الشديدة بعملية انفراط الحبات وتفككها بعملية «حبة بعد حبة» و بعملية التقشر السميك على المنحدرات المنبسطة.

عموماً يتمثل دور الشقوق في تراجع المنحدرات بوضوح اكبر على سفوح جبل ام دفوف الذي يتكون من صخور الاردوفيشي الاوسط إذ ترتفع معدلات تراجع اعلى الحافة عن اقدامها من ناحية، مما يترتب عليه قلة زاو ية الانحدار من ناحية اخرى. ومن مقارنة سفوح مناطق متعددة تتكون من هذه الصخور تبين ان حزم الشقوق تلعب دوراً في تباين التراجع بين اعلى الحافة واقدامها.



شكل (١١) : العلاقة بين كثافة الشقوق ودرجة الاغدار في صخور الكامبري في منطقة الطقطقية، والهضبة الحمرا، وجبل رومان، وجبل محلب، والعتيد، والقرينفات، والجوانب الشرقية لخور السباخ

جدول رقم (١) العلاقة بين كثافة الشقوق وحزمها ومقدار تراجع المنحدرات في مناطق مختلفة من منطقة الدراسة

المنطقة	عمر الصخر	(١) متوسط كثافة الشقوق م/ م٢	عدد حزم الشقوق	ارتفاع المنحدر	المسافة الافقية بين اعلى المنحدر واقدامه بالمتر	زاوية الانحدار
السفح الغربي لأحد تلال القرينفات	كامبري	٥	٨	١١٢	١٨٦	٣١
السفح الشمالي للطقطقية	بريكامبري ـ كامبري	٢ر٤	٨	٦٩ر٥	٨٥	٣٩
السفح الشمالي لجبل حبيرة	بريكامبري ـ كامبري	٣ر٥	٥	٣٣	٧٥	٢٤
السفح الجنوبي للهضبة الحمراء	كامبري	٣	٣	٧٠	٥٩	٥٠
السفح الغربي للعتيد	كامبري	٨	١٠	١١٢	٢٢٣	٢٨
السفح الشمالي لجبل منيشير	اردوفيشي اسفل وسط	٥ر٥	٥	٧٤	٧٤	٤٢
السفح الجنوبي للرخامتين	اردوفيشي اسفل	٢ر٠	-	٢٨	١٨	٥٧
السفح الشرقي لجبل ام دفوف	اردوفيشي اوسط	١٣	٧	٧٢	٢٢٠	١٨

(١) تم قياس مجموع اطوال الشقوق الموجودة بعرض ١م وعلى طول القطاع وقسمت على مساحة المقطع . لنفرض ان طول القطاع ٨٢ م × ١ = ٨٢م٢ المساحة وبمجموع اطوال الشقوق فيها ٣٢١م فان متوسط كثافتها تبلغ ٣٩١م/م٢، بغض النظر عن طبيعة توزيعها فيها اذا كانت مفردة او على شكل حزم .

٦. اثر الشقوق على تشكل التافوني وانصاف الكهوف : ـ

لم يقتصر دور الشقوق في تحديد خصائص اشكال المنحدرات وتحديد درجة الانحدار فقط، وانما تجاوزها إلى التأثير على الاشكال الجيومورفولوجية الدقيقة، والاخلال في عملية التراجع الرئيسية لمنحدرات الصخور الكامبرية في المناطق ذات الشقوق قليلة الكثافة. وقد تمثل ذلك في نشاط عمليات التحفر ونشاءة التافوني، لذلك يمكن القول ان العلاقة بين عمليات تشكل و وجود التافوني من ناحية وكثافة الشقوق من ناحية ثانية هي علاقة عكسية.

وقد تبين من واقع الدراسة الميدانية المورفومترية لما يقارب من ٥٠ منطقة قياس صغيرة، انه عندما تبلغ كثافة الشقوق ١م / م٢ يكون تطور انصاف الكهوف قليلا، وعندما تتراوح كثافة الشقوق بين ١ ـ ٤م / م٢ يتناقص تطور التافوني وانصاف الكهوف بشدة مع تلك الزيادة. واما في المناطق التي تزيد كثافة الشقوق بها عن ٤م / م٢ لا تتشكل انصاف الكهوف مطلقاً. و يعود ذلك إلى ان عملية ازالة الاجزاء الصخرية البارزة في حالة الشقوق عالية الكثافة تكون اسرع من عمليات الحفر التي تؤدي إلى نشوء ونضوج انصاف الكهوف والتافوني.

٧. الخاتمة : ـ

يشير نظام توزيع وترتيب الشقوق في المنطقة إلى كون اغلبها شقوقاً تكتونية، فعلاوة على انها تأخذ نفس اتجاه الصدوع الرئيسية والمحلية فانها تزداد كثافة قربها وتقل بالابتعاد عنها باستثناء شقوق صخور الاردوفيشي الاوسط التي يغلب عليها خصائص شقوق التجفف.

واما الشقوق التي تميز صخور الاردوفيشي الاسفل في منطقة القو يرة فهي على الاغلب صدوع تزيح المضرب وتحمل خصائص الشقوق الخانقية.

ولم يقتصر دور الشقوق على اشكال جيومورفولوجية مميزة و واضحة تحمل خصائص تلك الشقوق كالملقات والهرابات، وانما تعداها إلى ايجاد اشكال لا تتفق والوضع الطبيعي لبعض الصخور كوجود ركام سفوح على جوانب منحدرات صخور الكامبري والاردوفيشي الاسفل بل تعداها إلى تخريب ومنع تشكل وتطور بعض الاشكال الاخرى كمنع نشوء الاشكال الجيومورفولوجية المميزة لصخور الكامبري كالتافوني والطراقات والمكنونات بالاضافة إلى الطيران والحقب (انصاف الكهوف)، بل وصلت إلى حد تمييز بعض الصخور بواسطتها كصخور الاردوفيشي الاوسط شديد التشقق.

اما اثرها على شكل المنحدرات ودرجة انحدارها فهو متباين حسب كثافاتها و وضعها بالنسبة للمنحدر بالاضافة إلى خصائصها، ولا تتسم هذه العلاقات بالبساطة كما يبدو، بل يغلب عليها التعقيد نسبياً. و بالرغم من ان العلاقة طردية الا انها تتغير وتصبح عند الشقوق العميقة عكسية.

وحسب دور الشقوق واثرها في تخفيض المنطقة وتباين اثرها من مكان لآخر فانه يمكن تميز المناطق التالية :-

١. مناطق الكثافات العالية ذات الشقوق المتصالبة التي تغطي حيز مكاني كبير، وتنتشر هذه المناطق في اماكن التقاء وتصالب الصدوع الرئيسية. وقد تمثل دور الشقوق فيها باخفاء التضاريس الحادة وتشكيل منطقة منبسطة نسبياً تمر ببداية مرحلة النضج تمثلها بيد يمنت شمال القو يرة.

٢. مناطق الكثافات المتوسطة للشقوق، وتنتظم الشقوق فيها على شكل حزم متصالبة ادت إلى تقطيع اواصر المنطقة إلى مئات التلال الشاهدة المنعزلة التي تفصل بينها بيد يمنت ينمو بشكل مضطرد، وقد وصلت إلى نهاية مرحلة الشباب وتمثلها المنطقة الواقعة بين جبل ام سحم وجبل ام الهاشم وكذلك اطراف القيعان.

٣. مناطق الكثافات القليلة للشقوق، وتمثلها المناطق الواقعة بعيداً عن اطراف القيعان وهي تمر بمرحلة الشباب.

المراجــع

١. تم تحديد عمقها بالاستعانة بالخرائط الطو بوغرافية مقياس ١ : ٥٠٫٠٠٠، وكذلك الصور الجو ية مقياس ١ : ٦٠٫٠٠٠.

٢. تم حساب المتوسط من ٢٠٠ قياس ميداني.

* Bender, F.: Litho-Stratigraphic and Time-Stratigraphic Subdivision of the "Nubian Sandstones" in South-Jordan. in : Lexique Stratigraphique International, Vol. 3. Fasciculi, 10 CL. Copenhague, 1960, pp. 401-426.

٣. Abu-Safat, M.: Verwitterung und Hangabtragung im "Nubischen Sandstein" Subjordaniens. Erlanger Geographische Arabeiten, Erlangen (unter Druck).

٤. -----: Die natürliche Verwitterung und Hangabtragung in den Felshängen des "Nubischen Sandstein" in: Lindner, M. (Hsg) Petra "Neue Ausgrabung and Entdeckung, München, 1986, S. 309-317.

٥. Banister, E. & Arbor, A.: Joint and draninage orientation of S.W. Pennsylvania. Zeitschrift fur Geomorphologie, NF 24, 3 Berlin, Stuttgart, Sept. 1980, PP. 237 - 286.

٦. Beheiry, S.: Desert Landscape in southern Jordan. University of Jordan, Faculty of Arts Journal, Vol. 3, No. 1d, Jan. 1972.

٧. Bender, F.: Litho-Stratigraphic and Time-Stratigraphic Subdivision of the "Nubian Sandstones" in South-Jordan. in: Lexique Stratigraphique International, Vol. 3. Fasciculi, 10 CL. Copenhague, 1960, PP. 401 - 426.

٨. -------: Stratigraphie des Nubisches Sandstein in Sudjordanien. Geol. Jb., 81 Hannover, 1963, S. 237 - 276.

٩. -----: Geologie von Jordanien. Gebrüder Bornträger, Berlin. 1974.

١٠. Boom v.d. G. & Lahloub, M.: Geological and Petrological Investigations of the Igneous Rocks in the Area of Quweira, South Jordan. German Geological Mission in Jordan, January, 1964 (unpublished Report).

١١. Burdon, D.J.: Handbook of the Geology of Jordan to accompany and explain the three Sheets of the 1:250 Geological Map East of the Rift bei Quennell. Colchester, 1959.

١٢. Heimbach, W & Meiser, P.: Geoelectrical Investigation in Jordan. Bundesanstalt für Bodenforschung. Hannover, 1969.

١٣. King, L. C.: The origin of bornhards. Zeitschrift für Geomorphologie, N.F. 10. pp. 97-98, Berlin, Stuttgart, 1955.

١٤. Mikbel, Sh., Geological applications of remote sensing in Jordan, Symposium on Remote Sensing in Iraq, Procaedings, Vol. III, Baghdad, 1985.

١٥. Linton, D.L: The problem or tors. Geogr. J. Vol. 137 PP. 203 - 206.

١٦ Osborn, G. & Duford, J.: Geomorphological Processes in the Inselberg Region of South-Western Jordan. Palestine exploration quarterly, Vol. 113, London, 1981 PP. 1-17.

١٧. Quennell, A.M.: The structural and Geomorphic evolution of the Dead Sea rift. Q. Jour. Soc., Vol. 34, London, 1956, PP. 1-24.

١٨. Scheidegger, A.E.: The orientation of valley trends in Ontrario. Zeitschrift für Geomorphologie, N.F. 24. 1, Berline, Stuttgart. Marz 1980, PP. 19 - 30.

التحليل المورفولوجي كركيزة لتنمية البادية الجنوبية

الأستاذ يحيى فرحان

Geomorphological analysis as a basic tool for development in the Southern desert of Jordan

Abstract

Several terrain analysis techniques were developed to evaluate land resources for development purposes. Without exception, the previous techniques were elaborated using geomorphological criteria and photo-interpretation methods, and considered an essential tool to accomplish integrated resources survey projects for future development.

In the present investigation, the proposed terrain analysis technique, represents a combination between the ITC system and the C.S.I.R.O system for terrain analysis. It is found that the formulated technique is suitable to undertake a medium- scale terrain analysis schemes in Southern Jordan (of scale around 1 : 50 000) using both photo-interpretation methods and field survey.

١. المقدمة :-

ان التوسع المتزايد في الأنشطة الاقتصادية في البادية الاردنية، واستغلال معطيات البيئة الصحراوية وبخاصة في جنوب الاردن، كل هذا من شأنه ان يفرض اتجاهاً جديداً في البحث الجيومورفولوجي يهدف إلى فهم طبيعة الأراضي من زاويتين : الاولى التعرف إلى الموارد الأرضية والامكانات المتوافرة للتطوير(١)، والثانية فهم الأخطار البيئية كالفيضانات الفجائية وتأثيرها الجيومورفولوجي على الأنماط الأرضية والانسان. ويعد فهم طبيعة الأراضي الجافة وفق هذين المنظورين احد الأبعاد التي ترشد المخططين عند اختيار البدائل لخطط التنمية، وتحديد مواضع الانشاءات الهندسية كالمراكز العمرانية والطرق، والاماكن الواعدة بامكانات التطوير(٢).

---

١. Cooke, R. U., Goudie, A.S., and J. Doornkamp, 1978, Middle East review and bibliography of geomorphological contributions. Q. JL. Engng. Geol., 11, 9-18.

٢. Schick, A.P., 0978, Fluvial processes and settlement in arid environment. Geo. Journal, 3 (4), 351-360.

تـشكل الأرض Terrain مورداً طبيعياً هام يضم التربة ومصادر الماء والنبات الطبيعي. وتمـثـل الأشـكـال الأرضيـة والمواد الصخرية وما يعلوها من الرواسب السطحية، واضافة إلى المنـاخ، الـعناصر الاساسية في المركب الأرضي، والعوامل المحددة لخصائصه (٣). يتطلب تقييم الأراضي Terrain evaluation بـهـذا المفـهوم اجراء مسوحات ميدانية شاملة لاشكال السطح والتربة واستعمالات الأراضي، والنباتات الطبيعية في ضوء المناخ السائد، وغيرها من العناصر الـتي يـتـوقـف اخـتـيـارهـا للـبحـث والدراسة على طبيعة عملية التقييم واهدافها (٤). من هنا اصحبت المسـوحات الـجيومورفولوجية واسس التحليل الجيومورفولوجي في المناطق الجافة احدى الـخطوات الهامة التي تسبق وضع خطة التنمية، حيث تظهر الأشكال الأرضية بوضوح جداً سـواء اثـنـاء الملاحـظة الميدانية او باستخدام وسائل الاستشعار عن بعد كالصور الجوية وصور الاقـمـار الـصناعية. كذلك يمكن استخدام الأشكال الأرضية عند تصنيف اللاند سكيب الـطبيعي إلى فئات ارضية حسب نظام تسلسلي بدءاً بالانماط فالنظم فالوحدات حتى العناصر الارضيـة، بـحيـث تـتـكـامـل فـيـهـا عـناصر المنحدرات والجيولوجيا والتربة والنبات الطبيعي والـهـيدرولوجيا، كما تقدم تلك الاصناف الأرضية اطاراً عملياً لاختيار العينات الأرضية بهدف التحقق منها واختبارها احصائياً.

مـن جـهـة اخـرى فـان اسـلـوب الأقـلـمـة Regionalization بمعنى تحديد الاقاليم الأرضـيـة يـسـاعـد على الـتـنـبـوء بـخـصـائـص مـناطق اخرى غير معروفة بناء على الـخـصـائص الأرضية * التي تتميز بها مناطق مشابهة (٥). و يتجلى الارتباط الوثيق بين الـجيـومـورفولوجيا وعمليات تقييم الأراضي بصورة اوضح من خلال الوحدات الأرضية Terrain units التي يمكن اعتبارها ايضا وحدات ايكولوجية Ecological units تتفاعل فيها عناصر الأشـكـال الأرضـية والعمليات المورفود يناميكية، والصخور والتربة والمياه والنباتات الطبيعية لـتـشـكـل نـسـقـاً او نـظـامـاً طـبيعياً متوازياً، بل يؤكد البعض على انه لن تكون دراسات تقييم الاراضي سـلـيـمـة إذا لـم يـسـتـخـدم فـيـها الأساس الجيومورفولوجي (٦). وقد اثبتت الدراسات

---

٣. Wright, R. L., 1976, on the application of numerical taxonomy in soil classification for land evaluation. ITC Jour., 3, p. 482.
Mitchell, C., 1979, Terrain evaluation, In : Goodall, B., and Kirkby, A., (eds.), Resources and planning, Pergamon, p. 159-161.

٤. FAO, 1976, A framework for land evaluation, Soil Bull., 32, p. 1.

* (كطبيعة السطح، والانحدار، والاشكال الارضية، والتجوية، والجريان السطحي، والعمليات الهوائية وغيرها).

٥. Cooke, R.U., et al., 1978, Op. Cit., p. 12.

٦. Way, D.S., 1973, Terrain analysis : A guide to site selection using aerial photographic interpretation.
Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudburg, p.2.

السابقة (٧)، بأن التقييم الجيومورفولوجي للأراضي الجافة عملية بسيطة نسبياً وغير مكلفة، يمكن بواسطتها، و بالتضافر مع الأساليب الأخرى تحديد المواضع المناسبة لاقامة المراكز العمرانية والطرق المجمعات الصناعية، والمطارات، وكذلك تحديد الاراضي ذات القابلية للاستغلال الزراعي والرعوي وغيرها.

وقد تم انجاز مسح ارضي استطلاعي واحد شمل جميع الاردن بعنوان «تصنيف النظم الأرضية في الأردن» Land System Classi fiation of Jordan. وقد استخدم في المسح صور الأقمار الصناعية نوع LANDSAT 1 (او ERTS 1)، والخرائط الجيولوجية والطوبوغرافية، والهيدرولوجية مقياس ١ : ٢٥٠٠٠٠ (٨). وتم تحديد الأصناف الأرضية وفقاً لاسلوب النظم الأرضية Land system method الذي طوره مركز البحوث العسكرية التجريبية البريطاني (٩) Military Engineering Experimental Establishment. وقد توجت الدراسة بخارطة عامة (مقياس ١ : ٢٥٠٠٠٠) تبين التوزع المكاني لاثنين وخمسين نظاماً ارضيا تم التعرف اليها وتحديدها، اضافة إلى وضع جداول تتضمن وصفاً للنظم الأرضية، ونماذج مجسمة تبين الوحدات الأرضية التي يتكون منها كل نظام. وقد انجز ذلك المسح في المختبر من خلال تفسير صور الأقمار الصناعية مع الاستعانة بالخرائط الموضوعية المتوافرة. واقتصر العمل الميداني على ستة ايام فقط تم خلالها التحقق السريع من النظم الأرضية على طول البلاد وعرضها باستخدام قطاعات ارضية مختارة.

وعموماً تتميز الدراسة المسحية الآنفة الذكر بكثير من التعميم بحيث لا يمكن اعتمادها لأغراض التخطيط او مسح الموارد الطبيعية كما ورد في اهدافها. ونظراً لأهمية

---

٧. Schick, A.P., 1974, Alluvial fans and desert roads- a problem in applied geomorphology. Abh. Akad, Wiss. Gottingen, Mathphysik, Klasse III, Folge nr. 29, 418 - 425.
Cooke, R,U., Brunsden, D., Doornkamp, J., and D.K.C. Jones, 1985, Urban geomorphology in dry lands,
Oxford University Press, Oxford, 324 pp.
Davidson, D.A., (ed.), 1986, Land evaluation,
A Hutchinson Ross publication, New York, 373 pp.
Cooke, R.U., 1982, The assessment of geomorphological problems in dryland urban areas. Zeit für Gemorph., 44, 119-128.
Jones, D.K.C., 1980, British applied geomorphology: an appraisal. Zeit für Geomorph., 36, 48 - 73.

8. ٨. Mitchell, C., and J.A. Howard, 1978, Land system classification: A case history- Jordan, FAO Rome, 124 pp.
————, 1978, The use of LANDSAT imagery in a land system classification of Jordan. J. Br. Interplanatary Society, 31, 283 - 292.

٩. Beckett, P.H.T., and R.A. Webster, 1970, Terrain classification and evaluation using air photographs : A review of recent work at Oxford. Photogrammetria, 26, 51-75.

المسوحات الأرضية وتقييمها للأغراض التنموية، فان فائدتها لن تكون مجدية الا اذا كانت مسوحات تفصيلية او شبه تفصيلية كحد أدنى، بحيث توضح تفاصيل الأنماط الأرضية بصورة تساعد على اتخاذ القرار بشأن تطويرها على اساس علمي، وقد قام الباحث في الدراسة الحالية بتطبيق اسلوب تصنيف وتقييم الأراضي الذي طوره المعهد الدولي لمسوحات الفضاء وعلوم الأراضي .I.T.C في هولندا (١٠) وذلك على منطقة من اقليم العقبة بجنوبي الاردن، وقد استخدمت صور جوية مقياس ١ : ٦٠٠٠٠، اثناء القيام بدراسات ميدانية مكثفة للتحقق من نتائج تفسير الصور الجوية. واختبرت النتائج النهائية للاصناف الأرضية باستخدام التحليل التميزي المتعدد Multiple discriminant analysis للتأكد من سلامة النتائج تمهيداً لاستكمال تغطية البادية الاردنية جميعها بدراسات مماثلة في المستقبل.

٢. اهمية تطبيق اساليب مسح الموارد التكاملي للاقليم :ـ

تتوافر معلومات متعددة عن الموارد الطبيعية في اقليم العقبة سواء على هيئة تقارير غير منشورة، او دراسات منشورة، او خرائط مطبوعة. و بالرغم من توافر المسوحات الجيولوجية (١١) والهيدرولوجية (١٢)، والتربة (١٣)، والنباتات الطبيعية (١٤) بعضها بمقياس

---

١٠. Van Zuidam, R., 1979, Terrain analysis and classification using aerial photographs. ITC pub., 298 pp.
Meijerink, M.J., Verstappen, H. Th., and R. Van Zuidam, 1983, Developments in applied geomorphological survey and mapping. Geol. Mijnbow, 62 (4), 621 - 628.
Verstappen, H. Th., 1983, Applied geomorphological surveys for environmental development, Elsevier,

١١. نذكر منها على سبيل المثال :ـ

Bender, F., 1963, Stratigraphy of the Nubian Sandstones in South Jordan, Unpub. Rept., German Geological Mission in Jordan.
————, 1968, Geological map of Jordan (1:250000), Geological Survey of the Fedral Republic or Germany.
————, 1978, Geological map of Wadi Araba (1:100000), Geological Survey of the Fedral.Republic of Germany.
————, Geology of Jordan (Berlin, translated from German edition).
————, 1975, Geology of the Arabian Peninsula: Jordan, U.S. Geological Survey Professional Paper 560 - I.
Burdon, D., 1959, Handbook of the geology of Jordan, Colschester.
Selley, R.C., 1972, Diagnosis of Marine and non-marine environments from the Cambro-Ordovician Sandstones of Jordan. J. Geol. Soc. Lond., 128, 135-150.
Quennell, A.M., 1951, The geology and mineral resources of Jordan. Colonial Geol. Min. Res., 2, 85-115.
Van Den Boom, G., 1964, Geological and petrological investigations of the igneous rocks in the area of Quweira, South Jordan, Unpub. Rept., German Geological Mission in Jordan.
Bayer, H., and Kaufmann, H., 1986, New geologic aspects based on =

مـقـبول، الا انـه يصعب توفير اطار منظم و واضح لتجميع تلك المعلومات وتنسيقها لفهم الموارد الأرضيـة في مـنـطـقـة الـدراسة، ولذلك فان تطور العلوم اللاندسكيبة Landscape scences في الـعـقـديـن الأخـيـريـن، بـمـا في ذلـك نـظـم تـصـنيف وتقييم الأراضي، وما رافق ذلك من تزايد المسوحات الجوية (التصوير الجوي) والفضائية (صور الأقمار الصناعية) كان يهدف في الدرجة الاولى إلى التغلب على الصعوبات الآنفة الذكر، ومواجهة متطلبات مسح الموارد التكاملي و بخاصة الموارد الأرضية.

٣. اساليب تصنيف وتقييم الأراضي : ـ

شـهـد الـنـصـف الأخير من القرن الحالي جهوداً كبيرة لتطوير اساليب لتصنيف وتقييم الأراضي لأغـراض التخطيط وتمثيل نتائجها كرتوغرافيا. وقد راجع كل من رايت Wright (١٥)، وستيوارت وكريستيان Christian and Stewart (١٦)، وفنليسون Finlayson (١٧)، واوليه

= comparative analysis of advanced satellite and field data in NE Gulf of Aqaba area. Geo Journal, 12 (1), 33 - 42.

١٢. Hunting Technical Services & Sir MacDonald and Partners, 1964, East Bank Water Resources. Report in Hydrology. Gov. of Jordan. Central Water Authority, Amman.
Lloyd, J.W., 1969, The hydrology of the Southern desert of Jordan (U.N.) Development proframme "FAO : Investigations of the Sandstone Aquifers of East Jordan. Tech. Rept., No. 1.
Parker, D.H., 1970, The hydrology of the Mesozoic- Ceinozoic aquifers of the Wastern highlands and Plateau of East Jordan. FAO, AGL: SF / JOR 9, Rept. No. 2.
Weisman, G., 1966, The geological and hydrological survey in the area between Ma'an- Ras Naqab and El-Jafr - Mushayish Kabid, Central Jordan. Unpub.
Rept., German Geological Mission in Jordan.

١٣. Gruneberg, F., 1966, Results of reconnaissance soil investigation in the area of Qa'a Disa, Southern Jordan. Unpub. Rept., German Geological Mission in Jordan.
Moorman, F., 1958, Soils of East Jordan, FAO, Rome.

١٤. Hunting Technical Services Limited, 1956, Report on the range classification of the H.K. of Jordan, Gov. of Jordan, Amman.
Long, G.A., 1957, The bioclimatology and vegetation of eastern Jordan. FAO, Rome.
White, L.P., 1969, Vegetation arcs in Jordan. J. of Ecology, 57 (2), 461 - 464.

١٥. Wright, R.L., 1972, Principles in a geomorphological approach to land classification. Zet. für Geom., 16, 351 - 373.

١٦. Christian, C.S., and G. Stewart, 1968, Methodology of integrated surveys. In: Aerial Surveys and Integrated Studies, UNESCO, Paris, 233-280.

١٧. Finlayson, A., 1984, Land surface evaluation for engineering practice: applications of the Australian PUCE System for terrain analysis. Q.J. Engng. Geol., 17, 149 - 158.

Ollier (١٨)، وزنوفيلد Zonnoveld (١٩)، ومتشل Mitcheel (٢٠)، وفان زو يدام Zuidam Van (٢١) الاساليب المختلفة لتصنيف وتقييم الأراضي موضحين اهمية التحليل الجيومورفولوجي في تنفيذ مسوحاتها. و بالرغم من تباين درجة التعقيد في تحديد الوحدات الأرضية الاساسية واختلاف اسماء الأصناف الأرضية الترابية في النظم المختلفة (جدول ١)، الا انها جميعاً تقوم على تحديد الأصناف الأرضية ضمن اطار جيومورولوجي. كذلك قدمت تلك الأساليب طرائق واضحة لجمع وتصنيف المعلومات عن الجوانب المختلفة للبيئة من خلال وصف الوحدات الأرضية Terrain Units التي تمييزها في الصور الجو ية. وقد اثبتت الأختبارات الاحصائية (٢٢) بأن الوحدة التصنيفية الاساسية (كالوحدة الأرضية مثلا) والأجزاء الأصغر التي تتكون منها (كالعنصر الارضي) متجانسة في خصائصها الجوهرية (كالمورفولوجيا، والتربة، والنبات الطبيعي) للاغراض التخطيطية المختلفة. كذلك تتميز تلك الأساليب بنتاجها المتمثل في تحديد سلسلة تراتبية من الأصناف الأرضية تبدأ بالأصناف الأرضية المركبة (او المعقدة) وتنتهي بالاصناف الأرضية الصغير المساحة والمتجانسة تماماً. و يستفاد من تحديد الأصناف الأرضية المركبة في توفير اطار عام للقيام بمسوحات استطلاعية لمناطق كبيرة المساحة مثل الدراسة السابقة المشار اليها عن الاردن.

و بدون استثناء صممت جميع نظم تصنيف الاراضي بناء على المفهوم الرائد الذي وضعه بورن Bourne (٢٣)، حيث اطلق على الوحدة التصنيفية الأساسية اسم «الموضع الارضي» Site، و يمثل وحدة ارضية متجانسة من حيث التكو ين الجيولوجي والطو بوغرافيا والتر بة والنبات الطبيعي. و ينجم عن تكرار المواضع الأرضية اقليماً ارضياً Land region. وقد طور ملن Milne (٢٤) المفهوم السابق عندما اكد على العلاقة الوطيدة بين خصائص المواضع الجيومورفولوجية والتربة. والذي قاده إلى ايجاد مفهوم الكاتينا Catena، و ينص على ان التكرار المنتظم في تغير مورفولوجية السطح والتكو ين الصخري عبر مقطع تضريسي معين

---

١٨. Ollier, C., 1978, Terrain classification : methods, application, and principles. In : Hails, J., (ed.), Applied Geomorphology, Elsevier, 277 - 316.

١٩. Zonneveld, I.S., 1972, Land evaluation and landscape sciences, ITC Pub. Enschede, The Netherland, 106 pp.

٢٠. Mithcheel, C., 1979, Op. Cit.

٢١. Van Zuidam, R., 1979, Op. Cit.

٢٢. Mithcell, C., 1971, An appraisal of a hierarchy of desert land units. Geoforum, 7, 69 - 79.

٢٣. Bourne, R., 1931, Regional survey and its relation to stocktaking of the agricultural and forest resources of the British Empire, Oxford forestry Memoirs, 13.

٢٤. Milne, G., 1953, Some suggested units of classification and mapping particularly for East African Soils. Soil. Res., 4, 183 - 198.

جدول (١) التصنيف التسلسلي الرباعي للأراضي حسب نظام المعهد الدولي لمسوحات الفضاء وعلوم الأراضي مقارنة مع النظم الأخرى

مستوى التصنيف	نظام التصنيف الجيومورفولوجي الخاص بالمعهد الدولي لمسوحات الفضاء وعلوم الاراضي (C.S.I.R.O.) ـ هولندا ـ			التصنيف الفيزيوغرافي	نظام جامعة اكسفورد ومؤسسة بحوث الهندسة العسكرية التجريبية M.E.X.E.	النظام الاسترالي (1973) قسم الجيوديناميكا	النظام الياباني Nakano (1962)	النظام السوفيتي Isachenko (1973)	نماذج من نظم الرواد	
	المستوى	الخصائص الأساسية	مقياس الرسم						بورن Bourne (1931)	لنتون Linton (1951)
١	المقاطعة الجيومورفولوجية الاقليم (المقاطعة) Terrain Province	التعميم الكبير، واستخدام الأصل والتكوين الصخري في التحديد. تتكون من وحدة صخرية او مجموعة صخرية	1:250 000	الاقليم (المقاطعة) الفيزيوغرافية	الاقليم الارضي Land Region	الاقليم (المقاطعة) الأرضي Terrain Province	Land–form Province	Mestnosti	section	اقليم جيومورفولوجي
٢	وحدة جيومورفولوجية رئيسة نظام (نمط) ارضي	التعميم متوسط، تشكل التضاريس والتكوين الصخري والأصل اهم المتغيرات في تحديدها. تتميز بتكرار النمط الارضي الذي يتكون من	1:50 000	وحـــدة فيزيوغرافية رئيسة	النظام الارضي Land System	النمط الارضي Terrain Pattern	Land–form Association	Urochischa	- Land from System	نظام جيومورفولوجي نظام جيومورفولوجي Land from
٣	Terrain الوحدة الجيومورفولوجية وحدة ارضية Terain Unit	وحدات ارضية متشابهة في نشأتها واصلها عدم وجود تعميم في الاصناف الارضية، وان وجد فهو ثانوي ـ يقوم تحديدهـــا على اساس التضارس والتكوين الصخري والأصل، وتمتاز الوحـــدة الارضية بتجانس خصائصهـــا، واختلافها الواضح عن الأراضي المجاورة	1:50 000	وحـــدة فيزيوغرافية مفصلة	السطح الارضي Land facet Land fact	الوحدة الارضية Terrain Unit	Land–form Series	Sub–Urochischa Land Region	الاقليم الارضي Landform unit	وحدة جيومورفولوجية
٤	التفاصيل الجيومورفولوجية Terrain Component	لا يوجد اي تعميم في الاصناف الارضية. تعد التضاريس من اهم العناصـر التي يتم على اساسها التصنيف، وتمتاز بالتجانس الجيومورفولوجي والصخري والتربة والنبـــات الطبيعي والعمليات الجيومورفولوجية	1:50 000	عنـــصر فيزيوغرافي Physiographic element	العنصر الارضي Land element	العنصر الارضي Terrain component	Land–form type	Facies"Zueno"	الموضع الارضي Site	الموضع Site

source: Bourne (1931): Brink et al., (1966): Finlayson (1984): Grant et al., (1981, 1982): Isachenko (1972): Linton (1951): Nakano (1962): Ollier (1978): Webster & Beckett (1970): Van Zuidam (1979): Vinogradov (1968): Zonneveld (1972).

يعني بالضرورة تكراراً لوحدات التربة. واياً كان الأمر، يعد الجيومورفولوجي الانجليزي لنتون Linton (٢٥) اول من ارسي الاسس الجيومورفولوجية في تصنيف الاراضي وذلك عندما حدد الوحدات التضريسية النهائية The Ultimate Units of Relief بدقة متناهية وعلى اساس جيومورفولوجي. إذ يرى بان الوحدات التضريسية النهائية صغير المساحة ومتجانسة من حيث تطورها الجيومورفولوجي وتكوينها الصخري وخصائصها التضريسية، كذلك يمكن ان تتكرر مكانيا. وعند الانتقال من وحدة إلى اخرى لا بد وان يرافق ذلك تغير في خصائص التطور الجيومورفولوجي والتكوين الصخري والتضرس مما يعني ظهور وحدة ارضية جديدة.

وقد اصبحت مفاهيم ملن ولنتون في العلاقة بين التربة واشكال السطح من الأسس الهامة في تفسير الصور الجوية (٢٦)، وصور الاقمار الصناعية (٢٧) في عمليات مسح الموارد الطبيعية وغيرها. ولذلك فان تكرار الوحدات الأرضية في بيئات متشابهة (بغض النظر عن مواقعها) يعني تكرار خصائص التربة واشكال السطح والتكوين الجيولوجي. كذلك يعني تغير خصائص الوسط البيئي تغير الوحدات الأرضية وخصائص مكوناتها كالتربة والتضاريس والتكوين الصخري (٢٨). وقد اختار الباحث لدراسة البادية الجنوبية النظام الهولندي لتصنيف وتقييم الاراضي I.T.C. System of Terrain Evaluation والذي يشبه إلى حد كبير النظام الاسترالي (٢٩) من حيث المنهجية ورتب الأصناف الأرضية الناتجة، وامكانية تطبيقة في القيام بمسوحات ارضية متعددة الأهداف. علاوة على امكانية تطبيقه بمستويات مختلفة (تفصيلية وشبه تفصيلية)، وامكانية التمييز بين الأصناف الأرضية المتجانسة مع قدر معقول من العمل الميداني مما يعني في النهاية القيام بالمسح في وقت قصير و بتكاليف معقولة.

يقوم النظام الهولندي على المنهج اللاندسكيبي Landscape Approach في تصنيف

---

٢٥. Linton, D., 1951, The delimitation of morphological regions, In: Stamp. L.D., and Wooldridge, S.W., London Essays in Geography, No. 11, Longmans, London, 199 - 217.

٢٦. Belcher, D.J., 1948, Delermination of soil conditions from aerial photographs. Photogramm. Engng., 14, 484 - 488.

٢٧. Shih, H., and R. Schowengerdt, 1983, Classification of arid geomorphic surfaces using LANDSAT and textural features. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 49 (3), 337 - 347.

٢٨. Semmel, A., 1984, Geomorphology as aspect of development aid : Examples from Central Africa and Cameroon. Applied Geography and Development, 23, 7 - 19.

٢٩. Grant, K., Finlayson, A., Richards, B.G., and J.W. Rappin, 1982, Terrain analysis, classification, assessment and evaluation for regional development purposes of the Moreton Region, Queensland, Australia, Vol. I & II, C.S.I.R.O., Tech. Paper No. 32, 336 pp. and 202 pp.

الاراضي (٣٠)، حيث يسهل باستخدام هذا المنهج تحديد الوحدات الأرضية على اساس جيومورفولوجي و بمساحات صغيرة نسبياً، اضافة إلى وضوح الحدود بين الأصناف الأرضية، ومحدودية عينة الأصناف التي يمكن اختيارها ميدانياً واحصائياً.

وتتوافر في الأصناف الأرضية النهائية عدة مميزات يمكن ايجازها فيما يلي : ـ

١. امكانية وضعها بناء على خصائصها المورفولوجية والطو بوغرافية والجيومورفولوجية والتربة والنبات الطبيعي، مع امكانية تحديد خصائص اخرى بناء على متغيرات جديدة تختار حسب الهدف من التقييم والتصنيف (هندسياً، عسكرياً، زراعياً وغيره (شكل ١)
٢. سهولة تحو يل الخصائص الوصفية للأصناف الأرضية إلى خصائص كمية يمكن خزنها في الحاسوب لمعالجتها احصائياً، واسترجاعها عند الحاجة.
٣. القدرة على تحديد اهمية كل صنف ارضي لأغراض التطو ير المختلفة سواء اكانت هندسية، او زراعية، او تخطيطية، او عسكرية، وغيرها، مما يساعد المختصين في التنمية والتطو ير على اتخاذ القرارات السليمة بشأن تطو ير تلك الاراضي.

يمكن تحديد اربعة رتب من الاراضي باستخدام النظام الهولندي وهي : ـ

١. العناصر الأرضية Terrain components : ـ

و يمتاز العنصر الأرضي على طول زوج من المحاور (احداها مواز للمحور الرئيسي للانحدار والآخر ثانوي وعمودي عليه) بثبات معدلات تغير الانحدار ومعدلات تغير التقوس Curvature سواء كان المنحدر محدباً او مقعراً، او بميل ثابت إذا كان المنحدر مستقيماً (شكل ٢). وفي هذه الحالة لا يجوز ان يتكون العنصر الأرضي الا من منحدر واحد فقط مستقيماً او محدباً او مقعراً. ولا يمكن ان يكون المنحدر ثنائيا (محدباً / مقعراً، / مستقيماً، او محدباً / مستقيماً)ـ و يتميز العنصر الأرضي بتجانس التربة على مستوى القطاع، وتجانس التجمع النباتي واستمراره، وصغر مساحته مما يصعب توقيه على خرائطيا من خلال الدراسة الميدانية، واستخدام صور جو ية ذات مقياس كبير (١ : ٥٠٠٠).

٢. الوحدة الأرضية Terrain unit : ـ

تمثل الوحدة الأرضية اي منطقة تتكون من وحدة جيومورفولوجية مفردة تتميز بتجانس التربة والغطاء النباتي. وتتكون الوحدة الأرضية من عدد محدود من العناصر الأرضية تتكرر بنفس النمط الفوتغرافي والخصائص. و يعتبر نمط الانحدار الشائع ومجموعات التربة والغطاء النباتي المميز للوحدة الأرضية محصلة لتكرار العناصر الأرضية التي تتكون منها. و يمكن وصف الوحدة الأرضية مورفومتريا (ابعادها، درجة الميل، المساحة، المنسوب)

---

٣٠. Mabbutt, J.A., 1968, Review of the concepts of land classification. In : Stewart, G.A., (ed.), Land Evaluation, Macmillan, Melbourne, 11 - 28.

اما بالقياس الميداني او القياس من الخرائط الطو بوغرافية او الصور الجو ية. و يؤخذ بعين الاعتبار عند تحديد الوحدة الأرضية (او الوحدة الجيومورفولوجية) التضرس العام، والتكو ين الصخري والترابي، والأصل والعمليات الجيومورفولوجية البائدة والنشطة.

٣. النظام الأرضي Terrain System : ــ

يعرف النمط الأرضي على انه المنطقة التي تتميز بتطور جيومورفولوجي معين يترتب عليه تكرار نمط تضريسي وتربة وغطاء نباتي معين. و يتكون النظام الأراضي من مجموعة محددة من الوحدات الأرضية المتكررة والتي ترتبط معاً في النشأة والتطور. و يظهر النظام الأرضي في الصور الجو ية وصور الأقمار الصناعية بنمط فوتوغرافي وطيفي متميز عن النظم الأرضية الاخرى. كما يعتبر عنصر التغير في نمط التصريف المائي وكثافة الشبكة المائية كمعيار آخر لتحديد النظام الأرضي. إذ عندما يتغير نمط التصريف المائي او كثافة الشبكة المائية فان ذلك يعني ظهور نظام ارضي جديد. و يعكس تغير نمط التضرس المحلي دوماً التباين الواضح في النظم الأرضية.

٤. يطلق على اكبر الوحدات التصنيفية الارضية في النظام الهولندي اسم «الاقليم الأرضي» (او المقاطعة الارضية، او الاقليم الجيومورفولوجي) Terrain Province. و يتميز الاقليم الأرضي بتجانس التكو ين الجيولوجي على مستوى المجموعة الجيولوجية كالصخور الجرانيتية، او صخور الحجر الرملي، او الصخور الكلسية وغيرها. و يتكون الاقليم الارضي من مجموعة متكررة من النظم الأرضية. وحيث يبدأ التغير في خصائص الاقليم الارضي يظهر اقليم ارضي آخر.

و يفرض استخدام رتبة ارضية معينة في الدراسة استخدام صور جو ية بمقياس معين، وتمثيلها خرائطياً وفق مقياس معين ايضاً. وعموماً تستخدم الصور الجو ية بمقاييس تتراوح بين ١ : ٢٥٠٠٠ و ١ : ١٠٠٠٠٠ في التعرف إلى الوحدات الارضية والنظم الأرضية وتمثيلها على الخرائط. وتعتبر صور الأقمار الصناعية ذات فائدة كبرى في التعرف إلى النظم الأرضية، وفي حالة توافر المعلومات الجيولوجية فانه يمكن ايضاً استخدام صور الأقمار الصناعية في تحديد النظم الأرضية.

وقد استخدم نظاماً لترقيم الرتب الأرضية يشبه نظام الترقيم الاسترالي وذلك على النحو التالي : ــ

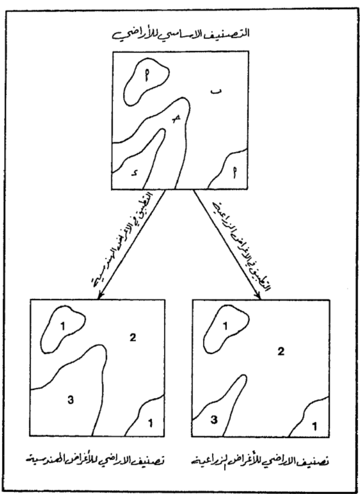
الاقليم الارضي	النظام الارضي	الوحدة الأرضية
10.002	2	2.4

حيث تعني الأرقام الآنفة الذكر ما يلي : ــ

10 اراضي جرانيتية ترجع إلى عصر ما قبل الكامبوى.

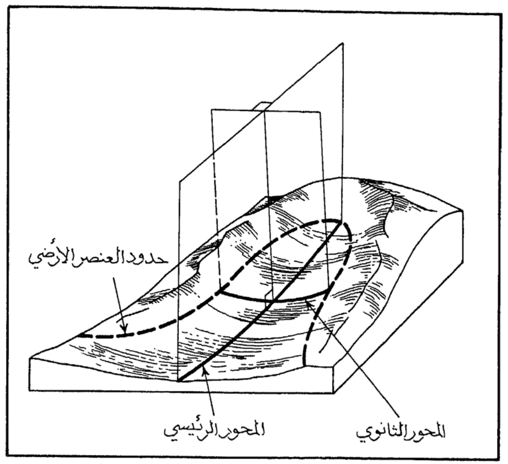
002 الاقليم الأرضي الثاني من اراضي الجرانيت.
2 النظام الأرضي الثاني من اراضي الجرانيت.
2.4 الوحدة الأرضية الرابعة ضمن النظام الثاني.

هـذا و يـمـكـن اضافـة ارقـامـاً خـاصـة بـالعناصر الأرضية (والتي لم تحدد في الدراسة الـراهـنـة لـكونها من الدراسات التفصيليلا التي تحتاج إلى جهد ووقت كبيرين). كذلك يمكن اضـافـة ارقـامـاً اخـرى للـنـظـم والـوحـدات الأرضية لتدل على نوعية النبات الطبيعي والتربة والانـحـدار واسـتـعـمـالات الاراضي الـحـالـية بحيث يمكن تخزينها في الحاسوب وانشاء نظام



(هن وبستر ، ١٩٦٧، ص ٣٦٥)

شكل (١) : شكل بياني يوضح امكانية تفسير خارطة تصنيف الأراضي الأساسية للأغراض الـتـطـبـيقية المختلفة. لاحظ الاختلاف تصنيف الوحدتين الارضيتين رقم ح، 3 تبعاً للمتطلبات الزراعية او الهندسية.



(عن Grant etal., 1982)

شكل (٢) : تمثيل المحاور الرئيسية والثانو ية للسفوح وتحديد العناصر الأ رضية

للمعلومات الجغرافية. و يبين الشكل (٣) المستو يات التراتبية المتعددة لتصنيف الاراضي باستخدام الصور الجو ية والتحاليل الجيومورفولوجي والمسح الميداني والذي استخدم في الدراسة الحالية.

و يبين الجدول (٢) مراحل تقييم الاراضي على مستوى النظام والوحدات والعناصر الأ رضية.

جدول ـ ٢ ـ
مراحل تقييم الاراضي على مستوى النظام والوحدة والعنصر الارضي

المرحلة الأولى : تحليل الاراضي في المختبر

١. تفسير الصور الجو ية للتعرف إلى النظم الأ رضية و وصفها.
٢. تحديد ووصف الوحدات الأ رضية كما تظهر في الصور وتجميعها على هيئة انماط



شكل (٣) : المستويات الترابتية لتحليل الاراضي وتصنيفها بإستخدام الصور الجوية والتحليل الجيومورفولوجي والمسح الميداني

فوتوغرافية وأرضية.

٣. الأستفادة من الأنماط الفوتوغرافية الآنفة الذكر في التحليل الجيولوجي والجيومورفولوجي.

٤. وضع نظام تصنيفي تسلسلي للأراضي (اقاليم، ونظم، ووحدات، وعناصر ارضية)، ونظام تصنيفي للأنماط الفوتوغرافية ــ الأرضية، ودراسة خصائص مكونات الأصناف الأرضية.

المرحلة الثانية : الدراسة الميدانية

١. التحقق من قابلية وملائمة التصنيف للأغراض التنمو ية. واختبار الانماط الارضية المختلفة كالنظم والوحدات والعناصر الارضية. والتأكد من ملائمة المتغيرات المستخدمة لتحديدها اثناء تفسير الصور الجو ية في المرحلة الأولى.

٢. قياس خصائص الاصناف الأرضية بناء على متغيرات جيولوجية، وهيدرولوجية، ونباتية، وتربة، ومورفولوجية، وطو بوغرافية وغيرها.

٣. تحديد طبيعة المواد الأرضية المختلفة كالصخر والتربة، ومدى ملائمتها او اعاقتها للانشاءات الهندسية والتطو ير الزراعي، والاستعمالات الاخرى.

٤. وضع التصنيف النهائي للأراضي، وتوقيع حدود الاقاليم والنظم والوحدات والعناصر الأرضية.

المرحلة الثالثة : الاختبار التفصيلي لخصائص المواد التي تتكون منها الأصناف الأرضية

١. اجراء الاختبارات الجيوتقنية Geotechnical على المواد الأرضية للاستفادة من بياناتها في التطبيقات الهندسية.

٢. الاختبارات الفيزيائية والكيميائية للتربة للاستفادة من بياناتها في التطو ير الزراعي.

٣. اختبار الجريان السطحي وحركة الرواسب، وعمليات الترسيب عند دراسة اخطار الفيضانات.

٤. اختبار أية عناصر أخرى ذات علاقة بعمليات التنمية.

المرحلة الرابعة : معالجة البيانات الرقمية والكرتوغرافية

١. تخزين البيانات في الحاسب الالكتروني وتحليلها للأغراض المختلفة.

٢. استرجاع البيانات المطلوبة عند الحاجة اليها.

المرحلة الخامسة : التنبؤ

التنبوء بما يلي :ــ

١. المواضع المناسبة لاقامة المراكز العمرانية، والطرق وغيرها.

٢. طبيعة الانحدار على مستوى النظام والوحدات والعناصر الارضية.
٣. اعمال الحفر والردم المطلوبة على مستوى الوحدة الارضية والعنصر الارضي.
٤. تكرار الجسور والعبارات والخنادق بناء على طبيعة التصريف المائي.
٥. مصادر المواد التي تصلح للبناء كالحصباء والرمل وغيرها على مستوى الوحدة الارضية.
٦. معرفة الاراضي ذات القدرة على التطوير الزراعي.
٧. معرفة الاراضي ذات القدرة على التطوير الرعوي.
٨. تحديد الأراضي التي يمكن ان تتعرض لأخطار طبيعية.

٤.أهمية الخرائط الموضوعية : الطوبوغرافية والجيولوجية والجيومورفولوجية والتربة :ـ

تستخدم الخرائط الطوبوغرافية على نطاق واسع في اشتقاق البيانات الهندسية Geometric التي تفيد في تخطيط المشاريع في المناطق التنموية بما في ذلك المراكز العمرانية. وفي حالة توافر خرائط طوبوغرافية كبيرة المقياس، فانه يتحليلها يمكن الحصول على معلومات رأسية وافقية تفيد في عملية تصميم المشاريع. كذلك يمكن استخدام الخرائط الطوبوغرافية الجيدة في المراحل الاستطلاعية لتحديد مواد البناء المتوافرة، والتعرف إلى مشكلات الانشاءات. و يظهر في الخرائط الطوبوغرافية عدد من الوحدات الأرضية بوضوح كالأسطح المستوية العليا (الأسطح التحاتية)، والسفوح العليا، والسفوح السفلى، و بطون الأودية وغيرها. و يوفر نمط التصريف المائي الذي يظهر بوضوح على الخرائط الطوبوغرافية كبيرة المقياس فكرة عن عدد الجسور المطلوب اقامتها، والعبارات اللازمة لتصريف المياه، والمناطق التي يراد تحويل جريانها السطحي. وتعطي القطاعات الطوبوغرافية صورة واضحة عن تضرس منطقة المشروع، وتحديد المناطق التي تحتاج إلى تسوية (كالقطع والردم). و يمكن التعرف إلى طبيعة المواد الصخرية والرواسب السطحية في المنطقة التنموية من خلال دراسة النمط الكنتوري. فمثلا يتوافر على الأسطح التحاتية العليا رواسب الحصباء، بينما تظهر المكاشف الصخرية على السفوح شديدة الانحدار. الا انه لا يمكن الاعتماد على الخرائط الطوبوغرافية وحدها في توفير المعلومات التي يستفاد منها في المشاريع التنموية المختلفة. وعموماً يتوافر عن البادية الجنوبية عدد من اللوحات الطوبوغرافية بمقياس ١ : ٠٠٠ر٢٥، وغطاء كامل بمقياس ١ : ٠٠٠ر٥٠، ١ : ٠٠٠ر١٠٠.

تبين الخرائط الجيولوجية لأية منطقة التكوينات الصخرية المتوفرة سواء اكانت الصخور صلبة ام لينة، والتراكيب الجيولوجية. وقلما تفيد تلك الخرائط في توفير معلومات تفصيلية عن الرواسب السطحية غير المتماسكة (كالرواسب الفيضية والحصباء)، او طبيعة ضعف التراكيب الجيولوجية، او خصائص اشكال سطح الارض. الا انه يمكن التأكيد على ان نوعاً معيناً من الصخور يعطي تربة معينة في حالة تعرضه لعمليات التجوية. إذ يتوقع الباحث مثلا توافر تربة طينية ثقيلة في أراضي البازلت بسبب نشاط التجوية الكيميائية

وبخاصة في البليستوسين، بينما يشيع وجود الترىات الطينية الخفيفة والرملية في مناطق الحجر الرملي. وفي حالة توافر خرائط جيولوجية ذات مقياس كبير (١ : ١٠٠٠٠ مثلا) ومن نوعية جيدة فانه يمكن تحديد نوعية المواد الأرضية التي تصلح للبناء (٣١).

ويتوافر عن البادية الجنوبية خرائط جيولوجية من مقياس متوسط (١ : ٥٠٠٠٠)، ومقياس صغير (١ : ١٠٠٫٠٠٠، ١ : ٢٥٠٫٠٠٠) مما يقلل من قيمتها في هذا المجال، ويؤكد اهمية تفسير الصور الجوية والمسح الميداني المكثف للحصول على المعلومات اللازمة.

نادراً ما تتوافر خرائط التربة بمقياس كبير في كثير من الدول النامية بما فيها الاردن. كما ان معظم خرائط التربة المتوافرة اعدت خصيصاً للأغراض الزراعية ومن مقياس صغير. وفي حالة تواجد خرائط تربة تفصيلية فانه يمكن اشتقاق معلومات هامة تفيد في وضع خارطة قدرات التربة التي يستفاد منها في تخطيط استعمالات الاراضي بما فيها الزراعة، بالاضافة إلى معلومات تفيد في معرفة الخصائص الهندسية للتربة من خلال تفسير وتحليل التصنيف البيدولوجي المعتمد في الخارطة، شريطة ان يكون المفسر حذراً في هذا المجال. فقد تظهر انواع مختلفة من التربة التي تتفاوت في خصائص قطاعاتها وبالتالي تصنف على انها مختلفة بيدلوجيا في الوقت الذي تتشابه في خصائصها الهندسية، او يكون التباين في تلك الخصائص قليلا بحيث يمكن اهماله.

ويشيع في الوقت الحاضر عمل خرائط ومخططات جيوهندسية خاصة بمناطق المشاريع التنموية بحيث تصنف التربة والرواسب السطحية والصخور وفق خصائصها الهندسية، مع الأخذ بعين الاعتبار الخصائص الهيدروجية والجيومورفولوجية والعمليات النشطة والبائدة للمنطقة (٣٢).

وقد اصبحت الخرائط الجيومورفولوجية في الدول المتقدمة من الادوات الأساسية للحصول على معلومات عن الاشكال الارضية وتفيد في تخطيط وتنفيذ المشاريع التنموية كالطرق، واختيار المواضع المناسبة للمراكز العمرانية، وتحديد مناطق التطوير الزراعي وصيانة التربة وغيرها. وتفيد تلك المعلومات المخططين في تجنب الاراضي الخطرة كالتي تتميز بعدم الاستقرارية، او المهددة بالتعرية المائية لا يمكن الحصول عليها باستخدام الأساليب التقليدية المتبعة في اختبار الموضع Site investigation، وانما بالمسح الجيومورفولوجي التفصيلي. اذ توفر هذه المسوحات معلومات هامة عن التطور الجيومورفولوجي للمنطقة

---

٣١. Metcalf, J.B., 1971, An introduction to terrain classification and evaluation for engineering purposes. Rept., No. 6, Proc. Symp., on Terrain evaluation for highway engineering. Townsville, p. 3.

٣٢. UNESCO, 1976, Engineering geological maps: A guide to their preperation. The UNESCO Press. Paris, 11-15.

التنمو ية، ومدى توافر المواد الصخرية والترابية الصالحة للبناء، ومدى ظهور عمليات جيومورفولوجية نشطة تؤثر على اعمال ومعامل الامان Factor of safety (٣٢).

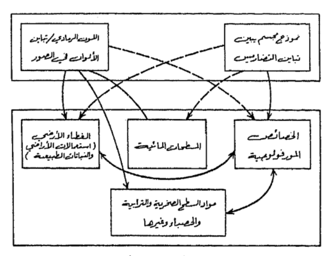
٥. تطبيقات وسائل الاستشعار عن بعد : ـ

يصعب في الغالب تصنيف الاراضي والتحقق الميداني من كل جزء من الاراضي المطلوب تقييمها. ولذلك تستخدم الصور الجو ية وصور الأقمار الصناعية في تحديد الأصناف الارضية في المختبر وتفسيرها باستعمل الأجهزة الفوتوجرامترية الخاصة بتجسيم ازواج الصور الجو ية (مثل جهاز ستيو يوسكوب ذو المرايا، او جهاز كوندور المزدوج Sereoscope Model T - 22Y Twin «Condor» ـ المتوافرة في مختبر قسم الجغرافيا في الجامعة الاردنية ـ، او جهاز نقل زووم Stereo Zoom Transfer Scope ـ المتوافرة في مختبر قسم الجولوجيا في الجامعة الاردنية ـ وغيرها). كذلك يمكن بواسطة تفسير الصور الجو ية القيام بجمع المعلومات الوصفية والكمية الخاصة بالأصناف الأرضية المختلفة، ومعرفة خصائصها الجيومورفولوجية، والتربة والنبات الطبيعي، وخصائصها الهيدرولوجية وغيرها. و يساعد النموذج المجسم وتباين اللون الرمادي في الصور الجو ية وتباين الأطياف (الالوان) في صور الأقمار الصناعية المفسر المدرب في التعرف إلى انماط العلاقات بين الظواهر الأرضية التي تظهر في الصور المطلوب تفسيرها مباشرة سواء كانت تلك الظواهر جيومورفولوجية، او مسطحات مائية، او غطاءات نباتية، او مواد السطح الصخرية والترابية والحصباء وغيرها. وفي مرحلة تالية يمكن استخدام تلك النتائج في تفسير الظواهر تحت السطحية (مقطع التربة والرواسب السفحية، والمياه الباطنية، والجيولوجيا تحت السطحية)، وكذلك رواسب الرباعي (شكل ٤). ومن خلال العلاقات الوظيفية بين مستو يات التفسير يمكن بناء سلسلة تراتبية من الاقاليم الفوتومورفيةPhotomorphic (بناء على تباين النمط الفوتوجرافي في الصور الجو ية، وتباين الأطياف في صور الأقمار الصناعية)، والأقاليم الجيومورفولوجية والمورفو بنائية والفيزيوغرافية، والأقاليم الأرضية وذلك حسب ملائمتها للمشاريع التنمو ية المختلفة (شكل ٥).

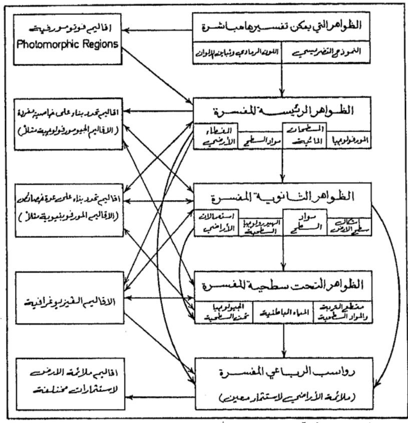
و يتوافر عن البادية الجنو بية (والأردن عموماً) الصور الجو ية وصور الأقمار الصناعية بمقاييس مختلفة. وتعد صور الأقمار الصناعية من نوع LANDSAT (بالأطياف 4 ,5 ,6 ,7)، مقياس ١ : ٠٠٠ر١٠٠٠ اصغر المقاييس. و يتواجد في المركز الجغرافي الاردني، ومختبر الجيولوجيا التصو يرية (الجامعة الاردنية) صور الاندسات بمقياس ١ : ٢٥٠٠٠٠، بينما تتوافر صور جو ية بمقاييس كبيرة (١ : ١٠٠٠٠ ـ ١ : ٢٥٠٠٠)، ومقاييس متوسطة (١ : ٦٠٠٠٠)، ومقاييس صغيرة (١ : ١٠٠٠٠٠). وتعتبر مقاييس الصور الآنفة الذكر من نوعية جيدة ومناسبة للتفسير وانشاء خرائط الأصناف الأرضية بمستو ياتها المختلفة.

---

٣٢. Ivan, A., 1971, Applied geomorphological map of the Pisarky Basin in Brno, Czechoslovakia, Studia Geographica (Brno), 21, p. 33 - 34.



شكل (٤) : انماط العلاقات بين الظواهر الأرضية التي تظهر في الصور (عن تاونزهند، ١٩٨٠، ص ٨٥)



شكل (٥) : تحديد الأنماط الأرضية ومدى ملائمتها للاستعمالات المختلفة بناء على الظواهر المفسرة

التقييم الجيومورفولوجي للوحدات الأرضية لأغراض التنمية في البادية الجنوبية

الأستاذ يحيى فرحان

Geomorphological evaluation of terrain units for development purposes in the Southern desert of Jordan

Abstract

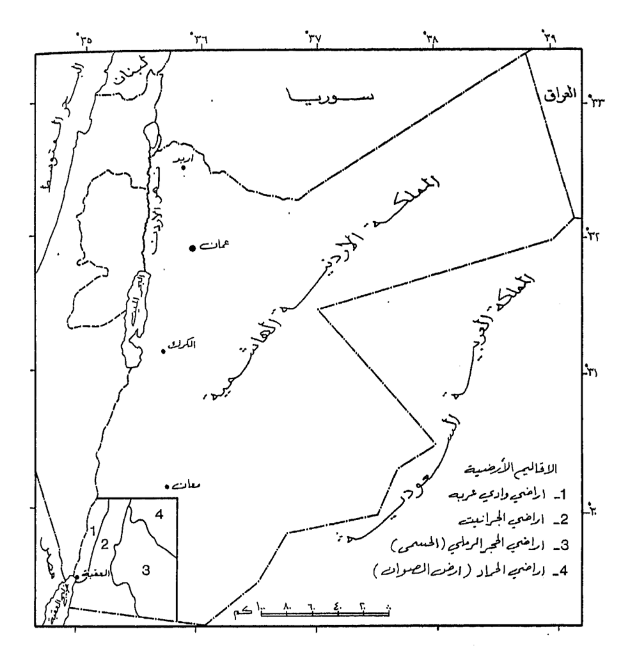
The terrain analysis survey carried out in Southern Jordan has resulted in a terrain hierarchy which consists of 4 terrain regions, 13 terrain systems, and 94 different terrain units. The resultant terrain hierarchy was subjected to statistical testing using factor analysis, and multiple discriminant analysis. Thus, statistical testing reveals that the terrain units were accepted for the present purposes. Also analogies between terrain systems were established.

Two matrices were constructed to evaluate the 94 terrain units for development using Q-mode factor analysis, The first matrix represents the resources potential recognized in each terrain unit, while the second matrix represents the geomorphological problems and hazards. Based on factor scores related to each terrain unit, it was possible to identify the terrain units suitable for development based on both, the availability of resources, and the least exposure to geomorphic hazards.

١. اجراءات انجاز خارطة الاصناف الأرضية :ـ

قام الباحث اثناء انجاز خارطة النظم والوحدات الأرضية لمنطقة الدراسة (الممتدة بين حافة رأس النقب والعقبة من الشمال إلى الجنوب، ومن سهل ابو صوانة في الشرق إلى غرندل في وادي عربة في الغرب، شكل (١)، باستخدام خارطة اساس ذات مقياس ١ : ٦٠٠٠٠ لتوقيع نتائج تفسير الصور الجوية (من نفس المقياس)، والعمل الميداني. إذ وجد ان هذا المقياس مناسب لتوقيع حدود النظم الأرضية ومكوناتها من الوحدات الأرضية. ونظراً لعدم توفر الوقت والتمويل المادي الكافيين لم يحدد الباحث المكونات الأرضية الأصغر كالعناصر الأرضية والشواذ الارضية Terrain Variants بالرغم من توافر الصور الجوية من مقاييس ١ : ٢٥٠٠٠ و ١ : ١٠٠٠٠ لأجزاء من منطقة الدراسة.

اضافة إلى الخارطة الأساسية، استخدم الباحث المقاطع الطوبوغرافية والبانوراما



شكل (١) : منطقة الدراسة

الميدانية، والصور الجوية، والتصوير الفوتوغرافي الارضي ومقاطع المسح الميداني* لتوضيح تكرار النظم والوحدات الأرضية لنماذج مختارة من المنطقة. كذلك استعان الباحث بالدراسات الجيومورفولوجية (١) السابقة، والخرائط الطوبوغرافية (مقياس ١ : ٥٠٠٠٠)، والجيولوجية (مقياس ١ : ٢٥٠٠٠٠ و ١ : ١٠٠٠٠٠) كمصدر للمعلومات عن منطقة الدراسة. وبالرغم من تباين واختلاف المصطلحات والتفصيلات الخاصة بالتكوينات الصخرية والرواسب السطحية والمثبته في ادلة الخرائط الجيولوجية الانجليزية او الالمانية، او تلك التي انجزتها منظمة الزراعة والأغذية الدولية FAO (مثال ذلك تسميات صخور رم والقويرة وام سهم الرملية، وصخور عجلون والبلقاء الكلسية والطباشيرية التي وضعها كونيل Quennell، وصخور سلب وعشرين والديسي الرملية التي وضعها لويد Lloyd)، الا ان الباحث استخدم التسميات التي وضعها بندر Bender الألماني للدلالة على المجموعات الصخرية والرواسب السطحية نظراً لتفصيلاتها وحداثتها. كذلك قام الباحث بتدقيق حدود المجموعات الصخرية باستخدام الصور والمسح الميداني، علاوة على تصحيح بعض الأخطاء التي وردت في الخارطة الجيولوجية (مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠) والتي وضعها بندر لمنطقة العقبة وبخاصة فيما يتعلق بصخور الركيزة. حيث اشار بندر إلى وجود صخور اندفاعية (بركانية) غير مميزة الى الشمال الغربي من القويرة، الا انها وجدت من انواع الصخور الجرانيتية (الجرانوديورايت). كذلك اضاف الباحث حدود بقايا رواسب البحيرة البليوسينية المؤقتة في منطقة الحميمة حيث لم تثبت حدودها مكتملة على اي خارطة جيولوجية من السابق. واكتفى بندر Bender بتوقيع نطاق صغير جداً من الرواسب البليستوسينية على الخارطة الجيولوجية مقياس ١ : ١٠٠٠٠٠ (لوحة العقبة)، بينما اشار لويد Lloyd الى احتمال تكون بحيرة مؤقتة في البليستوسين،

---

* قام الباحث بمسح ستين مقطعاً ارضياً لسفوح مختارة وممثلة للخصائص الجيومورفولوجية لمنطقة الدراسة في المناطق التي يسهل السمح الميداني فيها. وقد تم مسح عشرين قطاعاً منها مسحاً تفصيلياً تضمن توقيع التكوين الصخري والرواسب السطحية، وقياس احجام الجلاميد والمفتتات والمجروفات على السفوح. وتخضع تلك القطاعات حالياً للدراسة، انظر للباحث : ـ

Farhan, Y. Geomorphological processes and slopes evolution in the granite and Sandstone landforms, Southern Jordan, In preperation.
———, Relation between rock type and the slope form in Southern Jordan, In preperation.

١. Beheiry, S., Desert landscapes in Southern Jordan. Faculty of Arts Journal (Univ. of Jordan).
Vol. 3 (1), (1972), 5-31.
Osborn, G., and Duford, J., Geomorphological in the inselberg region of South-Western Jordan. Palestine Explor. Q., Jan.- June, (1981), 1-17.
———, Evolution of the late Cenozoic inselberg landscape of Southwestern Jordan. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 49 (1985), 1-23.

وذلك من خلال ظهور رواسب بحيرية في مقاطع الآبار S48,S50 التي حفرها في جنوبي الاردن اثناء دراسته لهيدرولوجية المنطقة(٢).

وقد تم المسح الجيومورفولوجي قبل العمل الميداني على النحو التالي : ـ

الاستفادة من البيانات الجيولوجية والهيدرولوجية والخرائط الجيولوجية السابقة في تحديد الأقاليم الأرضية. اما النظم والوحدات الارضية فقد تم التعرف اليها وتحديدها من خلال تفسير الصور الجوية باستخدام جهاز ستيريوسكوب ذو المرايا (نوع Topcon)، وكوندور ستيريوسكوب. ثم عقب ذلك المسح الميداني (فيما بين ايلول ١٩٨٤ ونيسان ١٩٨٧) حيث تم تدقيق الحدود بين النظم والوحدات الأرضية، واخذ الصور الفوتوغرافية الأرضية، ومسح القطاعات الأرضية. بعد ذلك وضع التصنيف النهائي للرتب الأرضية مع ترقيمها ثم رسمت الخارطة النهائية. و يبين الجدول (٢) خصائص الاقاليم الأرضية التي تم تمييزها في منطقة الدراسة.

٢. النظم الأرضية Terrain Systems : ـ

قسمت منطقة الدراسة إلى اربعة اقاليم ارضية (جدول ١) هي : الاراضي الجرانيتية، وأراضي الحجر الرملي، واراضي وادي عربة وساحل العقبة. واعتبرت حدود الوحدات الصخرية الرئيسة وخصائصها حدوداً بين تلك الأقاليم. و بناء على خصائص النمط الفوتوغرافي، والنشأة والتطور، والنمط الفيزيوغرافي، والتضرس (نمط التصريف المائي وكثافة الشبكة المائية)، تم تحديد ثلاثة عشر نظاماً ارضياً تتكون من اربعة وتسعين وحدة ارضية تتكرر في منطقة الدراسة (جدول ٢). و بمقارنة نتائج المسح الارضي الحالية مع نتائج الدراسة التي قام بها ميتشل وهوارد عام ١٩٧٨(٣) (جدول ٣) يتضح ما يلي : ـ

اولا : سيادة التعميم في الرتب الأرضية على نحو ما ورد في دراسة ميتشل وهوارد. إذ اعتبرا جميع الاراضي الجرانيتية مثلا نظاماً ارضياً بالردم من انها تمثل في الحقيقة اقليماً ارضياً، او مركباً ارضياً كما اوضح الباحث في دراسة سابقة(٤). ونظراً لتباين التكوين الصخري والبنية الجيولوجية والتطوير الجيومورفولوجي والاشكال الأرضية، امكن تقسيم الاراضي الجرانيتية الى ثلاثة نظم ارضية (جدول ٣). كذلك اعتبر ميتشل وهوارد جميع الاراضي المتطورة عن صخور الحجر الرملي نظاماً ارضياً بالرغم من تباين التكوينات الصخرية والأشكال الأرضية المتطورة عن صخور الحجر الرملي الاوردوفيشي والسيلوري والكرنب.

---

٢. Lloyd, J., W., 1969, Op. Cit.

٣. Mitchell and Howard, 1978, Op. Cit.

٤. Farhan, Y., 1983, A multivariate approach to hill-slope forms classification : a case study from Jordan. Proc. 1st Jordanian Geol. Conf., p. 587.

الاقليم	التكوين الجيولوجي	الخصائص الجيومورفولوجية	التربة	النبات الطبيعي	المناخ والموارد المائية
الاراضي الجرانيتية (1)	جرانيت حامضي وقاعدي ، جرانوديورايت ، بلاجيوكليز ، وقواطع رأسية من انواع قاعدية وحامضية وسماقية وغيرها . تتأثر بعدد كبير من الصدوع الاقليمية والمحلية التي تأخذ اتجاهات مختلفة .	سيادة اشكال الضهور والغرابن بين وادي عربا وبيديمنت القويرة . ويصل التضرس الى ١٥٠٠ متر . شديد التقطع بفعل الصدوع والتعرية المائية ، والسفوح شديدة الى متوسطة الانحدار . تظهر بقايا السهل التحاتي القديم محفوظة اسفل الحجر الرملي الكامبري شرقي وغربي القويرة . تنتهي بمراوح فيضية تشكل بهادا مثالية في وادي عربا ومنطقة القويرة .	السفوح لما عارية من التربة ، او تغطي اجزاء منها الجلاميد والاحجار والحصباء والرمل الخشن وبخاصة عند قواعدها ، احيانا توجد غطاءات من التربة الرملية الغرينية غربي القويرة في غرابن الجليف	سيادة انواع من الجفافيات الشوكة كالرتم والسنط والعرعر والهاليكسيلون Salicornicum Haloxylon	توافر المياه الجوفية في البهادا كما هو الحال في مروحة وادي المناخ شديد الجفاف من BWh .
اراضي الحسمي : الحجر الرملي (20	تطورت الاراضي عن صخور الحجر الرملي الكامبري والاوردوفيشي والسيلوري والكرنب ، شديدة التقطع بالصدوع والمفاصل والشقوق والتجوية والتعرية المائية .	نموذج الاراضي الانسلبرج والقارات والكدوات والابراج الصخرية ، وقباب التقشر ، والتافوني وغيرها . اضافة الى اشكال الظلال الرملية وسفوح الهشيم وفرشات الرمال ، والقيعان الطينية التي تفيض بالمياه في بعض المواسم	سيادة التربة الحجرية والحصباء والفرشات الرملية ، رواسب فيضية حصوية ، وطينية وغرينية ، ورملية ناعمة في المسطحات الطينية	سيادة شجيرات الغضا والطرفة والحنظل والرتم ، والشيح ، والحوليات . السفوح والمسطحات الطينية عارية من النباتات	توافر المياه الجوفية في السطحية السميكة (٣٠٠ متر) ، وصخور الحجر الرملي . المناخ شديد الجفاف من طراز BWh
اراضي الحماد 33	تطورات في صخور الحجر الكلسي العقيدي ، والايكونويدي ، والحجر الرملي الكرنب . تتأثر بعدد من الصدوع والانعطافات .	وفرة الحافات الصدعية وحافات النحت ، والانزلاقات الارضية القديمة والحديثة . الاراضي متماوجة في منطقة رأس النقب . ويظهر حول معان السطح التحاتي (جزء من السطح العربي) الذي يشكل حماد حجري ورق باتجاه الشرق . وتتسع بطون الاودية تشكل سهولا حصوية	السفوح اما عارية ، او تظهر جيوبا من الترب المشتقة من الطين والمارل في منطقة رأس النقب . تسود الترب الرملية والغرينية والطينية في منطقة البلايا القديمة حول معان بينما يطغى الرق في معان	تظهر الحوليات في منطقة رأس النقب . اما السطح الرق فهي عارية من من النباتات . تظهر الشجيرات المتفرقة في بطون الاودية المتسعة .	توافر المياه الجوفية حول والينابيع في حافة رأس النقب . المناخ من طراز BWh حول معان ، يتحول الى نوع BSh في رأس النقب .
اراض وادي عربا وساحل خليج العقبة 42	رواسب رباعية وحديثة (رواسب الأودية ، والمراوح الفيضية والشوطىء المرفوعة على طول ساحل العقبة) ، اضافة الى الكونجلوميرت الداكن وطبقات الحصباء الرئيسية (رباعي اسفل ، ثلاثي متأخر؟) ، ورمال خشنة شاطئية تتحول الى رمل غريني بني باتجاه مياه الخليج	غرابن يحيط به من الشرق والغرب الحافات الصدعية ، وتشغله اربعة سبخات . الاولى ساحلية بين العقبة وايلات ، والثلاثة الاخرى قارية يعتقد بأنها فجوات تذرية ، تتداخل المراوح الفيضية (البهادا) مع السبخات . الجزء الاوسط من السبخة اراضي قاحلة ، يليه نطاق انتقالي ، ثم نطاق تغطية النباتات الصحراوية المختلفة .	جلاميد حادة او متكررة ، وحصى ورمال خشنة ، وكثبان رملية . تزداد نسبة الطين والمارل في المراوح المرفوعة على ساحل العقبة . ويسود الطين الرملي والغريني في وسط السبخات ، والرمل في النطاق الانتقالي ، والرمل الخشن والحصى على الاطراف	الحوليات ، والشجيرات الصحراوية كالطرفة والسنط والعرقد ، والغضا ، والدوم اضافة الى النخيل احيانا	توافر المياه الجوفية في نطاق البهادا . والمناخ شديد الجفاف من طراز BWh .

جدول رقم (٢) الرتب الارضية الرئيسية في منطقة الدراسة بناء على المعاينة الحقلية الحالية

الاقاليم الارضية		النظم الارضية		الوحدات الارضية	عدد الوحدات الارضية	مجموع الوحدات الارضية
اراضي الجرانيت	1	اراضي تحاتية شديدة التضرس	(10.1)	10.1.9 – 10.1.1	9	
(10)	2	اراضي تحاتية متوسطة التضرس	(10.2)	10.2.8 – 10.1.2	8	25
ما قبل الكامبري	3	اراضي غرابن الجليف	(10.3)	10.3.8 – 10.3.1	8	
اراضي الحجر الرملي	4	اراضي الحجر الرملي الكامبري (اراضي الانسلبرج)	(21)	21.11 – 211.1	11	
(20)	5	اراضي الحجر الرملي الاوردوفيشي	(22)			
الكامبري		ـ اراضي الانسلبرج	(22:1)	22.1.14 – 22.1.1	14	41
والاوردوفيشي		ـ اراضي القارات والكدوات	(22.2)	22.2.9 – 22.2.1	9	
والسيلوري	6	اراضي الحجر الرملي السيلوري	(23)	23.7 – 23.1	7	
اراضي وادي عربة	7	المراوح الفيضية (البهادا)	(42.1)	42.1.5 – 42.1.1	5	
وساحل	8	الخبرات والسبخات	(42.2)	42.2.3 – 42.2.1	3	16
العقبة	9	الكثبان الرملية	(42.3)	42.3.4 – 42.3.1	4	
	10	المراوح الفيضية القديمة والحديثة والشواطىء المرفوعة	(42.4)	42.4.4 – 42.4.1	4	
اراضي الحماد	11	اراضي الكلس الايكونويدي	(33.1)	33.1.5 – 33.1.1	5	
33	12	اراضي الكلس العقيدي	(33.2)	33.2.4 – 33.2.1	4	12
كريتاسي	13	اراضي الحجر الرملي الكرنب	(33.3)	3.3.3 – 33.3.1	3	
المجموع 4		١٣				94

ثانياً : في الوقت الذي اتجه فيه الباحثين السابقين إلى التعميم عند تحديد النظم الأرضية، صنفا بعض الوحدات الأرضية بالخطأ نظماً أرضية. اذ اعتبرا التلال الكلسية اللاطئة والمتفرقة (من صخور عجلون) في وادي عربة نظماً ارضية، في الوقت الذي لا يمكن بأي حال من الاحوال تصنيف تلك التلال اكثر من وحدات ارضية تتبع نظام الحجر الكلسي الايكونو يدي. ولكنها تتكرر في وادي عربة (خارج حدود النظام الأرضي الخاص بها) بسبب عمليات التصدع والخسف. فمن الناحية الجيومورفولوجية تمثل تلك التلال اشكالا ارضية مفردة: اما كو يستات او ظهور خنازير متواضعة الأبعاد كما الحال عند مصب وادي احيمر في وادي عربة، أو في غرابن الجليف، او في بيد يمنت القو يرة شرقي وشمالي الحميمة.

ثالثاً : تفتقر النظم والوحدات الأرضية التي حددها ميتشل وهوارد إلى التسميات الجيومورفولوجية الرصينة. فقد اطلقا على اراضي الانسلبرج والقارات والكدوات المتطورة في صخور الحجر الرملي الكامبري والاردوفيشي والسيلوري اسم «نظام الهضاب المتقطعة «Dissected Plateau land System»»، كذلك اطلقا على ارض الحماد في المنطقة بين معان ورأس النقب اسم «المنحدرات المتقطعة المنحدرة باتجاه منخفض الجفر». ولا يوجد اي مبرر لخلل في تسميات النظم والوحدات الأرضية، اضافة إلى ان اللغة العربية غنية بالمصطلحات الخاصة بالاشكال الأرضية في المناطق الجافة والتي احياها وتمسك بها نفر من الجيومورفولوجين العرب(٥). ومن الجدير بالذكر ان بدو الحو يطات في منطقة الدراسة يطلقون اسماء عربية معبرة عن الأشكال الأرضية في المنطقة، وربما تصلح لأن تكون مصطلحات جيومورولوجية بعد التحقق اللغوي. فأسماء مثل القارة، والقو يرة، والطور، والحقاب، والملقة، والخشم، والدرة، والشنيفة، والفوهة، والرضمة، وغيرها اسماء دارجة عندهم.

يتراوح المعدل السنوي للمطر بين ١٤٣ ملليمتر في رأس النقب (١٢٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر)، و٣٧ ملليمتر في العقبة، و٨٩ ملليمتر في وادي رم، و٤٠ ملليمتر في قاع الخريم(٦). وقد وصل اعلى معدل سنوي للمطر في محطة رم عام ١٩٦٨ حيث هطل ١٧٦

---

٥. انظر: بحيري، صلاح، ١٩٧٤، المرجع السابق، ص ٧ — ٣٠.
عبد السلام، عادل، ١٩٨٠، علم اشكال الأرض، المطبعة الجديدة، دمشق، ٦٠٦ صفحات.

٦. Natural Resources Authority, 1977, National Water Master Plan of Jordan. Vol. III, Surface Water Resources, p. 16-17.
Lloyd, 1969, Op. Cit.
Shehadeh, N., 1978, A soil moisture budget in Jordan. Unpub. paper, p. 18.

ملليمترا، وفي عام ١٩٧٤ سجلت محطة رأس النقب معدلا سنو ياً بلغ ٤ر٣٠٤ ملليمتر. بينما هطل في العقبة عام ١٩٧٥ اقصى معدل سنوي للمطر وهو ٢ر٨٤ ملليمترا. من جهة اخرى يبلغ المعدل السنوي العام للمطر في منطقة الدراسة ٨٠ ملليمترا. وتتكون سنو ياً خمسة عواصف ماطرة تحدث جريانا سطحياً في وادي رم يصل ارتفاع المياه الجارية اثناءها نصف متر. وتتكون سبعة عواصف ماطرة سنو ياً يترتب عليها جرياناً سطحياً في رأس النقب. ولا تدوم العاصفة الماطرة اكثر من بضع ساعات مما يترتب عليه ارتفاعاً ملحوظاً في كثافة التساقط. و بناء على سجلات الجريان السطحي لوادي اليتم (١٩٦٢ ــ ١٩٦٧) فان كل عاصفة ماطرة يترتب عليها تصريف مائي عاصفي يتراوح بين ٠٠١ر ومليون متر مكعب(٧).

تؤدي قلة الامطار على نحو ما اتضح الى نقص كبير في رطو بة التر بة المتاحة Available Soil moisture يقل عن ٥٠ ملليمترا طوال فترة نمو المحاصيل(٨). و يعد هذا العامل من

جدول (٣) النظم والوحدات الارضية التي حددها ميتشل وهوارد في منطقة الدراسة

الرمــز	النظم الارضية Land Systems	عدد الوحدات الارضية Land facets
1/1	جرانيت العقبة	7
2/1	الهضاب المتقطعة في صخور القويرة الرملية	9
3/1	الهضاب المتقطعة في صخور رم وام سهم الرملية	9
4/1	الهضاب المتقطعة في تكوينات تبوك والزرقاء والخطيرة الرملية (صخور الحجر الرملي الكرنب والاردوفيشي السيلوري)	5
6/1	التلال الكلسية اللاطئة (صخور عجلون) في وادي عربة	2
7/12	المنحدرات المتقطعة التي تميل باتجاه منخفض الجفر (صخور البلقاء)	5
المجموع	6	37

Source : Mitchell and Howard, 1978, Op. Cit.

المحددات الرئيسية في تطو ير الموضوع في منطقة الدراسة. ولذلك تنحصر مقومات التنمية المستقبلية للمنطقة في تطو ير الموارد الرعو ية في بعض النظم الأرضية، واستغلال المياه الجوفية والسطحية، سواء بالاساليب التقليدية (مثال تلك التي تتضح من الشواهد الأثرية،

---

٧. Young, A., 1971a, Slope Profile analysis, the system of Best Units. Inst. Br. Geogr. Spec. Publ., 3, 1-13.
———, 1971b, SLOPE UNITS, Unpublished Fortran IV Computer Programme, School of Environmental Sciences, Univ. of East Anglia, Norwich, England.
————, 1972, Slopes, Oliver & Boyd, Edinburgh, 288pp.

٨. Ameil, J.A., and Friedman, G.A., 1971, Contental Sabkha in Arava valley between Dead Sea and Red Sea : Significance for origin of evaporites. The Am. Assoc. of Petrol. Geol. Bull. 55 (4), 581-592.
Gruneberg, F., 1966, Op. Cit.
Moorman, F., 1958, Op. Cit.

او التي يطبقها بدو المنطقة حالياً)، او باستخدام تكنولوجيا ملائمة للاستفادة منها في الزراعة المخططة والري المنظم. وفي وحدات ارضية اخرى مثل بيد يمنت القو يرة (منطقة قاع النقب) يمكن استغلال بعض المعادن من صخور الحجر الرملي كالرمل الزجاجي، والفلسبار من صخور الجرانيت، اضافة إلى امكانية استغلال بعض الرواسب التي تصلح للبناء كالحصباء والرمل من المراوح الفيضية.

وتبين الاشكال (٢أ ـ هـ، ٣) التوزع المكاني للنظم والوحدات الأرضية في منطقة الدراسة. بينما يوضح الجدول (٤) خصائص النظم الأرضية التي تم التعرف اليها. و يتضمن الجدول (٥) الوحدات الأرضية التي يتكون منها كل نظام أرضي.

جدول رقم (٤) النظم الأرضية في منطقة العقبة

الاقليم الارضي	النظام الأرضي	المنسوب (متر) فوق مستوى سطح البحر	الاشكال الأرضية والتكوين الجيولوجي	التربة	النبات الطبيعي
الاراضي الجرانيتية	١. اراضي تحاتية شديدة التضرس	١١٠٠ ـ ١٦٠٠	حافات صدعية وحتية شديد الانحدار في الجرانيت السماقي والجرانوديوريت، شديدة التقطع بأودية خانقية.	السفوح اما عارية او مغطاة جزئياً بالحطام الصخري	شجيرات متفرقة من العرعر والسنط
	٢. اراضي تحاتية متوسطة التضرس	١١٠٠ ـ ١٤٠٠	سفوح حتية متوسطة الانحدار في الكوارتزد يوريت ينطبع على السطح شبكة تصريف شجري بالدرجة الاولى.	السفوح عارية او مغطاة برواسب الجريس والمواد الطينية المشتقة من سبروليت الجرانيت	شجيرات متفرقة من الرتم والهاليكسيلون
	٣. اراضي غرابن الجليف	٧٠٠ ـ ١٢٠٠	حافات صدعية وسفوح متوسطة الانحدار في الكوارتزد يوريت والجرانيت السماقي والحجر الرملي الكامبري.	السفوح اما عارية او صخرية، يتوضع في المنخفضات تربة رملية مشتقة من صخور الحجر الرملي الكامبري	شجيرات متفرقة من الرتم والهاليكسيلون
اراضي	٤. اراضي الانسلبرج	٩٠٠ ـ ١٤٠٠	مخلفات نحت رئيسية وثانوية في الحجر الرملي الكامبري الاركوزي والبني المتكتل شديد التجوية، او موائد متفرقة تعلو شبه السهل التحاتي في صخور الجرانيت.	السفوح اما عارية او مغطاة بحطام الحجر الرملي. المسطحات الطينية في القيعان، او فرشات رملية وكثبان الظلال.	السفوح والقيعان عارية من النبات الطبيعي. شجيرات متفرقة من الغضاء والطرفة والرتم.
الحجر	٥. اراضي الحجر الرملي الاوردفيشي	٨٠٠ ـ ١٧٥٠	مخلفات نحت رئيسية وثانوية، سفوح بيديمنت، او حدبات متناثرة تعلو صخور الحجر الرملي الكامبري على ارتفاعات تصل الى ١٧٥٠ متر.	السفوح عارية، او تتغطى جزئياً بترب رملية، او المسطحات الطينية، او حماد من الحجر الرملي.	اما عارية من النبات الطبيعي او تتغطى جزئياً بشجيرات متفرقة الحنظل والطرفة والرتم.
الرملي	٦. اراضي الحجر الرملي السيلوري	٨٠٠ ـ ١٢٠٠	مخلفات نحت رئيسية وثانوية، سفوح بيديمنت صخرية	اما عارية، او تتغطى جزئيات بترب رملية طينية او حماد من حطام الحجر الرملي	شجيرات متفرقة من الحنظل والطرفة.
اراضي وادي عربة	٧. اراضي البهادا	٥٠ ـ ٣٠٠	مراوح فيضية متلاحمة تمتد على طول قواعد الحافات الصدعية لوادي عربة.	رواسب من الجلاميد الصخرية الكبيرة والمفتتات الخشنة في الجزء العلوي من البهادا تتحول الى رواسب ناعمة وطينية عند اقدامها.	بقايا أجام متراجعة
وساحل	٨. اراضي الخبرات	٥٠ ـ ٨٠	تنتهي المراوح الفيضية بنطاق من السبخات الساحلية والقارية	الطين الرملي والغريني وسط السبخات، والرمل في النطاق الانتقالي والرمل الخشن والحصى على الاطراف.	آجام من العرقد والدوم والغضا واحياناً النخيل.
العقبة	٩. اراضي الكثبان	٥٠ ـ ٢٠٠	قصائم رملية وعروق كثيبية متحركة، كثبان مستعرضة، نباك، فرشات الرمال وظلال الرمال.	ترب رملية سائبة ذات نسيج ناعم.	آجام الغضا والعرقد.
	١٠. ساحل العقبة	٠ ـ ٤٠٠	بادلاندز مثالي يتكون من الرواسب الطينية ورملية، الشوطيء المرفوعة، ومراوح فيضية حديثة.	اراضي رملية خشنة، وترب طينية ورملية وحطام المرجان.	شجيرات متفرقة من السنط والطرفة.
اراضي	١١. اراضي الكلس الايكونويدي / السليسي	١٥٠٠ ـ ١٦٠٠	حافات نحت وصدعية تتكون من الحجر الكلسي والطين والمارل والكلس المارلي معدلة بفعل الانزلاقات الارضية، وتقطعها الجداول المائية.	ترب حجرية، وصخور عارية من التربة، وحبوب من الترب الطينية والحصوية، وحطام صخري.	حوليات وشجيرات واعشاب حول رأس النقب.
الحماد	١٢. اراضي الكلس العقيدي	١٤٠٠ ـ ١٥٠٠	حافات نحت وصدعية تتكون من الحجر الكلسي العقيدي والكلس المارلي والطين معدلة بفعل الانزلاقات الارضية.	ترب حجرية وصخور عارية من الترب وحطام صخري.	
	١٣. اراضي الحجر الرملي الكرنب	١٢٠٠ ـ ١٤٠٠	حافات نحت وحافات مصدوعة، وكتل هابطة، ومخلفات نحت، وسفوح حضيض متطورة في صخور الحجر الرملي الكرنب.	سفوح عارية من التربة وتعلوها حطام صخري، احيانا تظهر تجمعات رملية صغيرة.	شجيرات صغيرة

العقبة
الشمال

نظام اراضي ساحل العقبة

الوحدات الارضية

مراوح حديثة غير متقطعة ______ 42.4.1
مراوح بلايستوسينية شديدة التقطع ______ 42.4.2
بقايا الشواطئ المرفوعة ______ 42.4.3
الساحل الرملي ______ 42.4.4

نظام الاراضي الجرانيتية شديدة التضرس

الوحدات الارضية

الذرى الجرانيتية المدببة ______ 10.1.1
سفوح شديدة الميل ______ 10.1.3
الاودية ______ 10.1.9

نظام البهادا

الوحدات الارضية

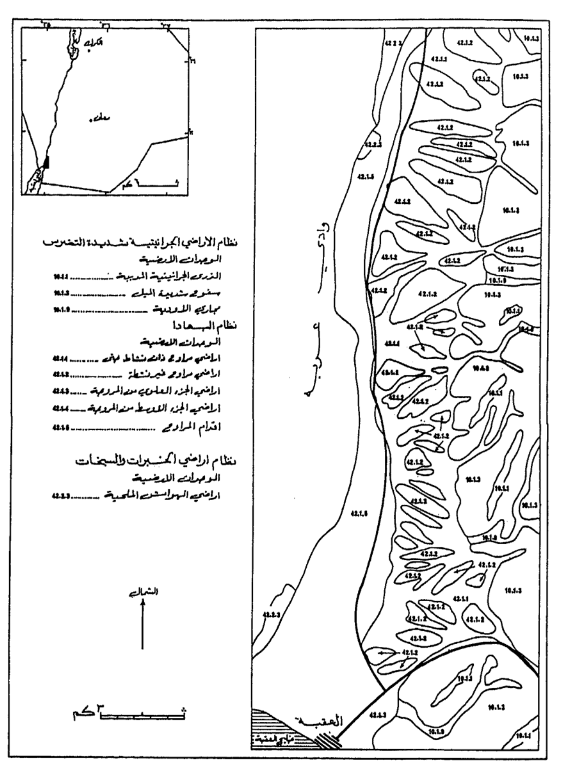
اراضي مراوح ذات نشاط حتي ______ 42.1.1
اراضي مراوح غير نشطة ______ 42.1.2
اراضي الجزء العلوي من المروحة ______ 42.1.3
اقدام المراوح ______ 42.1.5

نظام اراضي الخبرات والسبخات

اراضي الهوامش الملحية ______ 42.2.3

٣ كم

شكل (١٢أ) : الوحدات الأرضية في منطقة العقبة



شكل (٢ب) : الوحدات الارضية في الجزء الجنوبي من وادي عربة

نظام الاراضي الجرانيتية شديدة التضرس

الوحدات الارضية

القمم الجرانيتية المدببة 10.1.1
سفوح شديدة الميل 10.1.3

نظام الاراضي الجرانيتية متوسطة التضرس

الوحدات الارضية

سفوح عليا محمية (نتوءات صخرية) 10.2.1
سفوح الحضيض 10.2.4
المراوح الفيضية / البهادا 10.2.5
مصاطب حصوية 10.2.7
مجاري الاودية 10.2.8

نظام اراضي غرابين الجليف

الوحدات الارضية

سفوح متوسطة - شديدة الميل 10.3.2
حافة كويستا 10.3.3
اسطح ميل طبقات الكويستا 10.3.4
اعراف نافرة متوازية 10.3.5
مجاري الاودية 10.3.8

نظام الاراضي المتطورة في الحجر الرملي الكامبري (الانسلبرغ)

الوحدات الارضية

الاسطح العليا (مستوية - الطينية التعرية) 21.1
سفوح ممهدة 21.3
بيدمنت رسوبي 21.5
مسطحات طينية 21.8
مجاري الاودية 21.11

شكل (٢ج) : الوحدات الارضية غربي القويرة

نظام الاراضي الجرانيتية شديدة التضرس

الوحدات الارضية

- 10.1.3 سفوح شديدة الميل
- 10.1.7 سفوح الهشيم والجلاميد الصخرية

نظام الاراضي المتطورة في الحجر الرملي الكامبري (الانسابرغ)

الوحدات الارضية

- 21.1 الاسطح العليا (مستوية - الطينية المتمعجة)
- 21.4 حوائط رأسية
- 21.6 اراضي مستوية تغطيها فرشات رملية
- 21.10 اراضي الشعاب

نظام الاراضي المتطورة في صخور الحجر الرملي الاوردوفيشي (الانسابرغ)

الوحدات الارضية

- 22.1.1 الاسطح العليا (مستوية المتماسكة)
- 22.1.2 مصاطب صخرية (مستوية - شبه مستوية)
- 22.1.3 كرابيات (بقايا تحت الاطلال متفرقة)
- 22.1.4 حوائط رأسية
- 22.1.6 سطوح الهشيم
- 22.1.10 اراضي مستوية تغطيها فرشات رملية
- 22.1.12 كثبان رملية / نباك / سدود رملية

الشمال

٠ ـــــ ٢كم

شكل (٢د) : الوحدات الارضية شرقي القو يرة

كوبوات ________ 22.1.3

بيديمنت ________ 22.1.8

اراضي منبسطة مستوية تغطيها ارسابات رملية ________ 22.1.11

مجاري الأودية ________ 33.1.3

اراضي متموجة ________ 33.1.4

منحدرات تحت / صرعية ________ 33.1.5

(كويستا راس النقب)

شكل (٢هـ) : الوحدات الارضية في منطقة رأس النقب

جدول ـ ٥ ـ الوحدات الأرضية التي يتكون منها كل نظام ارضي

أ ـ اقليم الاراضي الجرانيتية10 (ما قبل الكمبري)

١. نظام الاراضي الجرانيتية شديدة التضرس	(10.1)
الوحدات الأرضية	
الذري الجرانيتية المدببة	10.1.1
اسطح مستو ية من بقايا الحجر الرملي الكامبري	10.1.1
سفوح شديدة الميل	10.1.3
سفوح شبه مستو ية (مصاطب صخرية)	10.1.4
سفوح الحضيض	10.1.5
المراوح الفيضية (البهادا)	10.1.6
سفوح الهشيم والجلاميد الصخرية	10.1.7
مصاطب لحقية	10.1.8
مجاري الأودية	10.1.9
٢. نظام الاراضي الجرانيتية متوسطة التضرس	(10.2)
الوحدات الارضية	
سفوح عليا محدبة (ذري مستديرة)	10.2.1
سفوح مستقيمة متوسطة الميل	10.2.2
مصاطب صخرية	10.2.3
سفوح الحضيض	10.2.4
المراوح الفيضية (البهادا)	10.2.5
بيد يمنت	10.2.6
مصاطب لحقية	10.2.7
مجاري الأودية	10.2.8
٣. نظام اراضي غرابن الجليف	(10.3)
الوحدات الارضية	
بقايا اسطح تحاتية	10.3.1
سفوح متوسطة ـ شديدة الميل	10.2.2
حافات كو يستا	10.3.3
اسطح ميل الطبقات في الكو يستا	10.3.4
اعراف نافرة متوازية (ناجمة عن القواطع الرأسية)	10.3.5
راضي رديئة (شديدة التقطع)	10.3.6
مرواح فيضية	10.3.7
مجاري الأودية	10.3.8

ب ـ اقليم اراضي الحجر الرملي 20 (الكامبري، الاوردوفيشي، السيلوري

نظام الاراضي المتطورة في الحجر الرملي الكامبري (اراضي الانسلبرج) (21)

الوحدات الارضية

الاسطح العليا (مستو ية لطيفة التحدب)	21.1
سفوح مستقيمة شديدة الانحدار	21.1
سفوح مدرجة (مغطي جزئياًبالحطام)	21.3
حوائط رأسية	21.4
بيد يمنت رسو بي	21.5
اراضي مستو ية تغطيها فرشات رملية	21.6
اراضي مستو ية تغطيها فرشات حصو ية	21.7
سدود رملية عند مخارج الأ ودية	21.8
كثبان الظلال	21.9
القيعان (مسطحات طينية)	21.10
مجاري الأ ودية	21.11

٥. نظام الأ راضي المتطورة في صخور الحجر الرملي الاوردوفيشيي (22)

5.1 ـ اراضي الانسلبرج (22.1)

الوحدات الارضية

اسطح عليا (مستو ية ـ قبابية الشكل)	22.1.1
مصاطب صخرية (مستو ية ـ شبه مستو ية)	22.1.2
كديوات (بقايا نحت لاطئة متفرقة)	22.1.3
حوائط رأسية	22.1.4
سفوح شديدة الميل	22.1.5
سفوح الهشيم	22.1.6
سفوح الحضيض	22.1.7
بيد يمنت	22.1.8
مراوح فيضية	22.1.9
البادلاندز (في الرواسب البحيرية)	22.1.10
اراضي مستو ية تغطيها فرشات رملية	22.1.11
كثبان رملية ـ نباك ـ سد رملي	22.1.12
مسطحات طينية	22.1.13
مجاري الأ ودية	22.1.14

اراضي القارات (22.2)

الوحدات الأرضية

اسطح عليا مستو ية ــ لطيفة التحدب	22.2.1
حوائط رأسية على جوانب الأودية المصندقة	22.2.2
المسطحات الطينية	22.2.3
مجاري الأودية	22.2.4
اراضي رملية	22.2.5
سفوح الهشيم	22.2.6
بيد يمنت	22.2.7
كثبان الظلال ــ سد رملي	22.2.8
سفوح لطيفة الميل	22.2.9

٦. نظام الاراضي المتطورة في صخور الحجر الرملي السيلوري (23)

الوحدات الأرضية

اراضي مستو ية ــ شبه مستو ية محاطة بجروف رأسية	23.1
سفوح شديدة الميل	23.2
سفوح الحضيض	23.3
بيد يمنت	23.4
حماد رملي	23.5
مجاري الأودية	23.6
كثبان رملية	23.7

جــ ــ اقليم اراضي وادي عربة وساحل العقبة (42) رباعي

٧. نظام البهادا (المراوح الفيضية المتلاحمة) (42.1)

الوحدات الأرضية

اراضي مراوح ذات نشاط حتي	42.1.1
اراضي مراوح غير نشطة	42.1.2
اراضي الجزء العلوي من المروحة	42.1.3
اراضي الجزء الأوسط من المروحة	42.1.4
اقدام المراوح	42.1.5

٨. نظام اراضي الخبرات والسبخات (42.2)

الوحدات الأرضية

اراضي طينية قاحلة	42.2.1
اراضي رملية وغرينية انتقالية	42.2.2

اراضي الهوامش المحلية	42.2.3
٩. نظام اراضي الكثبان الرملية	(42.3)
الوحدات الأرضية	
اراضي النباك الرملية	42.3.1
كثبان الظلال	42.3.2
كثبان السيف والكثبان الهلالية	42.3.3
فرشات وغطاءات رملية	42.3.4
١٠نظام اراضي ساحل العقبة	(42.4)
الوحدات الأرضية	
مراوح حديثة غير متقطعة	42.4.1
مراوح بليستوسينية شديدة التقطع	42.4.2
بقايا الشواطيء المرفوعة	42.4.3
ساحل رملي	42.4.4
د ـ اقليم اراضي الحماد الصوان (33) (كريتاسي)	
١١.نظام اراضي الحجر الكلسي الايكونو يدي / السيليسي	(33.1)
منحدرات ميل كو يستا رأس النقب	33.1.2
مجاري الأودية	33.1.3
اراضي متموجة	33.1.4
منحدرات نحت / صدعية كو يستا رأس النقب	33.1.5
١٢.نظام اراضي الحجر الكلسي العقيدي	(33.2)
الوحدات الأرضية	
حافات نحت / صدعية شديدة الميل	33.2.1
تلال منعزلة	33.2.2
كو يستان متواضعة	33.2.3
ظهور الخنازير	33.2.4
١٣.نظام اراضي الحجر الرملي الكرنب	(33.3)
الوحدات الأرضية	
حافات نحت / صدعية شديدة الميل	33.3.1

سفوح الحضيض	33.3.2
تلال منعزلة وكو يستات متضاءلة	33.3.3

٣. اختبار الأصناف الأرضية : ـ

تعتبر الأصناف الأرضية برتبها المختلفة كما وردت آنفاً نتاج المفاهيم الخاصة بتصنيف وتقييم الاراضي والتي يقوم عايها النظام الهولندي باستخدام الصور الجو ية والتحقق الميداني. وتقوم الفرضية المفتاحية في اي مشروع لتصنيف الاراضي على وجود فوارق بين الرتب الأرضية المختلفة، وعند تخطي حدود رتبة أرضية معينة تظهر خصائص ارضية جديدة تنتمي لرتبة اخرى. ومن هنا تشكل الاختبارات الاحصائية اداة اساسية للتأكد من وجود الفوارق بين الرتب الأرضية التي تم تحديدها. ولتحقيق هذا اهدف قام الباحث اولا بتحديد ار بعة عشر متغيراً يوضحها الجدول (٦) والتي تمثل الخصائص الجوهرية للوحدات الأرضية و يمكن قياسها وملاحظتها ميدانياً، وثانياً اختبار ار بعة وتسعون وحدة ارضية تمثل النظم والأقاليم الأرضية المحددة باستخدام عينة عشوائية طبقية مع مراعاة امكانية الوصول (في الميدان) لجيمع الوحدات الأرضية التي تم التعرف اليها.

وقد اعتمد الباحث في اشتقاق خصائص الوحدات الأرضية على الخرائط الطو بوغرافية، والصور الجو ية، مع الاستفادة من نتائج تحليل قطاعات الانحدار باستخدام اسلوب الوحدات الأمثل، والتقارير والدراسات السابقة والمسح الميداني. هذا و يمكن اضافة متغيرات اخرى تبين خصائص الوحدات الأرضية، كالخصائص الهندسية للتربة (٩)، ونمط كثافة الأطياف المختلفة عند استخدام صور الأقمار الصناعية في الدراسة (١٠) (MMS Bands : 4, 5, 6, and 7)، والانواع النباتية (١١)، و بعض المتغيرات المتعلقة باستعمالات الاراضي (١٢).

---

٩. Farhan, Y., 1978, Terrain classification based on engineering geomorphological parameters : a multivariate approach. Proc. of Digital Terrain Models (DTM) Symposium, ASP, (1978), 428-468.

١٠. Schreier, H., and Lavkulich, L.M., 1978, A numerical terrain classification scheme for off-road terrain trafficability assessments. Geoforum, 9, 225-234.

——————, 1979, A numerical approach to terrain analysis for off-road trafficability. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 45 (5), 635-642.

١١. Young, A., 1971a, Slope profile analysis, the system of best Units. Inst. Br. Geogr. Spec. Publ., 3, 1-13,

---- 1971b, SLOPE UNITS, Unpublished Fortran IV Computer Programme, School of Environmental Sciences, Univ. of East Anglia, Norwich, England.

---- 1972, Slopes, Oliver & Boyd, Edinburgh, 288 pp.

١٢. Ameil, J. and Friedman, G., 1971, Central Sabkha in Arava valley between =

و يرى الباحث ان التباين في خصائص الوحدات الأرضية بناء على المتغيرات الآنفة الذكر يعكس التباين الاقليمي والمحلي في التكو ين الصخري، والعمليات الجيومورفولوجية والتطو ير الجيومورفولوجي والتر بة والخصائص الايكولوجية.

جدول رقم (٦) المتغيرات المستخدمة في اختبار التباين بين الأصناف الأرضية

المتغيـــــــرات	مصدر البيانـــــــات
١ . متوسط الانحدار (بالدرجات) Mean Slope	القياس الميداني لقطاعات الانحدار، الخرائط الطبوغرافية (١: ٥٠٠٠٠)
٢ . الارتفاع الاعظمي (بالامتار) Mex.Relief	الخرائط الطبوغرافية (١ : ٥٠٠٠٠)
٣ . الارتفاع الوسطي (بالامتار) Mean Elevation	الخرائط الطبوغرافية (١ : ٥٠٠٠٠)
٤ . كثافة التصريف المائي (متر/كيلو متر مربع)	الصورالجوية(١ : ٦٠٠٠٠)
٥ . تكرار الانحدار (العدد / كم) Slope Reversal	الخرائط الطبوغرافية (١ : ٥٠٠٠٠)والصور الجوية (١: ٦٠٠٠٠)
٦ . التقوس القاعدي للمنحدر (درجة / ١٠٠)	تحليل قطاعات الانحدار باستخدام اسلوب الوحدات الامثل*
٧ . التقوس العلوي للمنحدر (درجة / ١٠٠ متر)	
٨ . النسبة المئوية للرمل (٪)	التقارير والدراسات السابقة**
٩ . النسبة المئوية للغرين (٪)	
١٠ النسبة المئوية للطين (٪)	
١١ . النسبة المئوية للحصباء (٪)	القياس والمسح الميداني
١٢ . النسبة المئوية للحصى الكبير Cobbles (٪)	
١٣ . النسبة المئوية للجلاميد Boulders (٪)	
١٤ . النسبة المئوية للارض العارية من التربة Bare (٪)	

* . انظر : فرحان، يحيى، ١٩٨٣، مورفولوجية المنحدرات في مناطق مختارة من وسط الاردن، نشر بدعم جامعة اليرموك، عمان، ١٣١ صفحة.

** تقارير غير مطبوعة عن خصائص التربة في القيعان الصحراوية (الديسي، والخريم، والغال، وسهل ابو صوانة) في جنوب الاردن، دائرة الحراج، وزارة الزراعة، عمان.

Dead Sea and Red Sea : Significance for origin of evaporites. The Am. Assoc. of Petrol. Geol. Bull. 55 (4), 581-592.

Gruneberg, F., 1966, Op. Cti.

Moormand, F., 1958, Op. Cit.

Rowe, J.S., and Sheard, J.W., 1981, Ecological land Classification: A survey approach. Environmental Mamage, emt. 5 (5), 1981, 451-464.

Stachell, J.E., Mountford, M.D., and Brown, W.A., 1981, A Land classification of the United Arab Emirates. Jour. of Arid Environment, 4, 275-285.

ولاختبار فرضية وجود تباين معنوي بين الوحدات الأرضية والنظم والاقاليم الأرضية، اخضع الباحث مصفوفة الوحدات الارضية وخصائصها (٩٤×١٤) إلى التحليل العاملي Factor analysis والتحليل التمييزي Discriminant analysis . و يهدف التحليل العاملي إلى اختزال المتغيرات التي تمثل خصائص الوحدات الأرضية إلى عدد محدود من العوامل المستقلة التي يرتبط كل منها بمجموعة محددة من تلك المتغيرات. و يتم تمثيل المتغيرات التي ترتبط ارتباطاً كبيراً من العوامل على هيئة مجموعة من المتجهات Vectors تمثل اطوالها ما يسمى بالتشبعات Loadings . و يمكن التعرف على خصائص احد العوامل من خلال المتغيرات ذات التشبع الأكبر على ذلك العامل. و بعد التوصل الى العوامل وتشبع المتغيرات عليها، يتم حساب الدرجات العاملية Factor scores لكل وحدة ارضية وذلك بضرب قيم تشبعات العوامل في قيم البيانات الأصلية في المصفوفة(١٢).

و بتطبيق التحليل العاملي على مصفوفة الأنماط الأرضية التي تمثل منطقة الدراسة اختزلت المتغيرات الأصلية الأربعة عشر إلى اربعة عوامل فسرت ٨٢٪ من التباين بين الوحدات الأرضية، بينما فسرت العوامل الباقية اقل من ٨٪ من التباين الكلي ولذلك تم اهمالها من التحليل الرقمي. و يبين الجدول (٧) مساهمة كل عامل على حدة، بينما يوضح الجدول (٨) اهمية كل متغير بالنسبة لكل عامل بناء على قيم تشبعات العوامل.

جدول ـ ٧ ـ

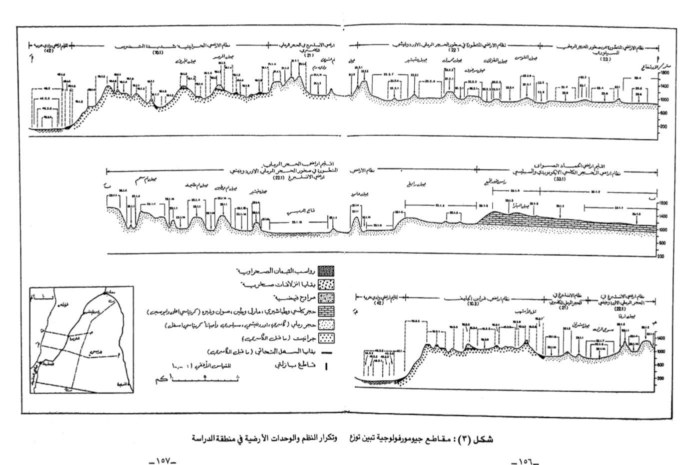
مساهمة كل عامل في تفسير التباين بين الوحدات الأرضية

العامل	مساهمة العامل (٪)	المجموع التراكمي (٪)
الأول	٤٣ر١	٤٣١ر
الثاني	٢٠ر٣	٤٣٤٠ر
الثالث	٩ر٦٤	٧٣٠٤ر
الرابع	٨ر٩٦	٨٢٠٠ر

وقد فسر العامل الأول ٤٣٪ من التباين بين الوحدات الأرضية، بينما فسر العامل الثاني والثالث والرابع ٣٩٪ من ذلك التباين. و باختبار تشبعات العامل الأول على المتغيرات الواردة في الجدول (٨) ارتباطه بالانحدار والارتفاع الأعظمي والوسطى وكثافة التصريف

---

١٢. Cattle, B., 1965, Factor analysis: Introduction to essentials, Biometrics, 21, 190 - 215 and 405-435.



شكل (٣): مقاطع جيومورفولوجية تبين توزع وتكرار النظم والوحدات الأرضية في منطقة الدراسة

جدول (٨) تشعبات العوامل

المتغيرات	العامل الاول (التضرس)	العامل الثاني (المورفولوجيا)	العامل الثالث (نسخ التربة)	العامل الرابع (الحصى الكبير والجلاميد)
متوسط الانحدار	* ٩٢٪	٣١ر	١٧ر	٠٧ر
الارتفاع الاعظمي	* ٨١ر	١٤ر	٠٩ر	١١ر
الارتفاع الاوسطي	* ٧٦ر	٢٦ر	١٣ر	١٥ر
كثافة التصرف المائي	* ٦٩ر	٠٨ر	٣٢ر	١٩ر
تكرار انعكاس الانحدار	* ٦١ر	* ٦٣ر	٢٢ر	٢١ر
التقوس القاعدي	٣٢ر	* ٥٦ر	٢٥ر	١٧ر
التقوس العلوي	١١ر	* ٤٩ر	١٦ر	٠٨ر
الرمل (٪)	٢٨ر	٢٩ر	* ٧٦ر	١٦ر
الغرين (٪)	٢٥ر	٢٦ر	* ٥٤ر	٠٥ر
الطين (٪)	١٦ر	١٦ر	* ٦١ر	١٢ر
الحصباء (٪)	١٥ر	٠٤ر	* ٦٤ر	١٤ر
الحصى الكبير (٪)	٩ر	٤١ر	١١ر	* ٧٢ر
الجلاميد (٪)	٠٥ر	١٤ر	٣٠ر	* ٧٥ر
عاري من التربة (٪)	٢ر	٠٨ر	١٤ر	* ٧٨ر

* المتغيرات التي لها ارتباط كبير بالعوامل.

المائي وتكرار انعكاس الانحدار، ولذلك اطلق على هذا العامل اسم «عامل التضرس». من جهة اخرى ارتبط العامل الثاني ارتباطاً كبيراً بالمتغيرات التي تعكس مورفولوجية الوحدات الأرضية كالتقوس القاعدي Basal curvature، والتقوس العلوي Crest curvature، وتكرار انعكاس الانحدار، وبالتالي يمثل هذا العامل «مورفولوجية» الاصناف الأرضية.

ويبدو من تشبعات العامل الثالث ارتباطه بالمتغيرات الخاصة بنسج التربة مما يبرر تسميته بعامل «نسج التربة». وهذا يؤكد العلاقة الوثيقة بين خصائص الموضع المورفولوجية وخصائص التربة Soil-Site relationship. وقد ارتبط العامل الرابع بالمتغيرات التي تعكس خصائص الوحدات الأرضية من حيث كونها عارية من التربة بسبب شدة ميلها واكتساح الأمطار المركزة للمفتتات الناجمة عن التجوية أولا بأول، او التي تتميز بوجود جيوب او غطاءات متفرقة من الحصى والجلاميد.

يتضح من التحليل العاملي ان العوامل الأربعة تفسر وبشكل منطقي الخصائص التضريسية. والمورفولوجية والتربة والمفتتات والجلاميد التي تميز الوحدات الأرضية في

منطقة الدراسة والتي يمكن الاعتماد عليها في اجراء تصنيفات ارضية. و بالتالي اخضعت مصفوفة الدرجات العاملية Factor scores للاصناف الأرضية (الأقاليم الارضية، والنظم الأرضية، والوحدات الأرضية) للتحليل التمييزي لاختبار التباين بين الأقاليم الأرضية، والتباين بين النظم الأرضية، وتباين الوحدات الأرضية في كل نظام ارضي. او بمعنى آخر اختبار مدى صحة تفسير الصور الجوية والتحقق الميداني والأصناف الأرضية الناتجة. كذلك يكشف هذا النوع من التحليل عن العوامل المميزة Discriminating factors و يحولها إلى دالات تمييزية Discriminating functions وهي المسؤولة عن تفسير التباين او الفوارق بين الأصناف الأرضية المختلفة. بعدها تحسب تشبعات الدالات التمييزية بالعوامل وتحسب الدرجات التمييزية Discriminant scores لمجموعات الأصناف الأرضية وتوقع على محاور متعامدة للتأكد من تباعد وانفصال مجموعات الأصناف الأرضية عن بعضها البعض. و يعبر عن انفصال او تباعد مجموعات الأصناف الأرضية عن بعضها البعض بما يسمى بالمسافة المعممة Generalized distance او مسافة ماهارنو بس Mahalanobis D2. و يستخدم اختبار F في التحليل التمييزي لتفحص الدلالة الاحصائية او معنوية تفسير الدالات التمييزية بين مجموعات الأصناف الأرضية(١٤).

أ ـ التباين بين الأقاليم الأرضية : ـ

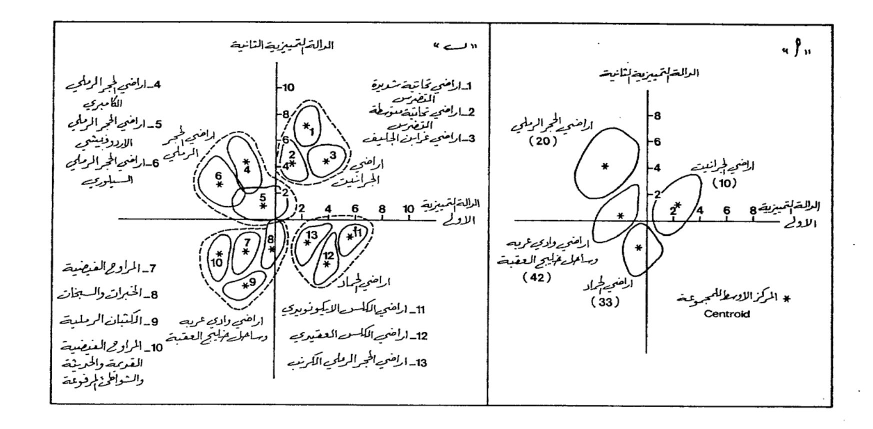
اختبر الباحث في التحليل الأول التباين بين الأقاليم الأرضية، حيث تم تحويل المصفوفة الأصلية (٩٤ × ١٤) إلى اربعة مصفوفات تمثل الأقاليم الأرضية والوحدات الأرضية التي تكون منها. وقد اثبت التحليل وجود فوارق بين الأقاليم الأرضية الاربعة. اذ فسرت الدالة التمييزية الاولى والثانية ٥٤٪ و٢٠٪ من التباين على التوالي. وكانت قيمة F المحسوبة ذات معنوية عالية و بحدود ثقة ٩٥٪. و بتوقيع الدرجات التمييزية لأفراد مجموعات الأصناف الأرضية (الاقاليم الأرضية) على المحاور المتعامدة (شكل ١٤أ، ب) ظهرت الأقاليم الأرضية الأربعة منفصلة تماماً عن بعضها و بالتالي امكن قبول تكون منطقة الدراسة من اربعة اقاليم لرضية.

ب ـ التباين بين النظم الأرضية : ـ

استخدمت جميع البيانات الخاصة بالنظم الأرضية الثلاثة عشر في التحليل التميزي. وكانت قيمة F المحسوبة ذات معنوية عالية و بحدود ثقة ٩٥٪. وقد فسرت الدالة التميزية الأولى والثانية ٦٥٪ و١٥٪ من التباين على التوالي مما يؤكد وجود فوارق احصائية معنوية

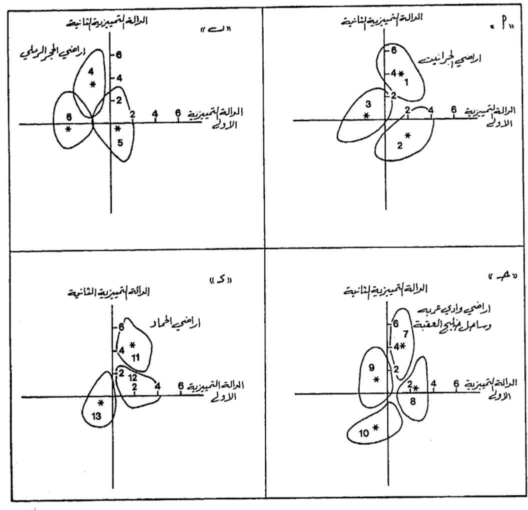
---

١٤. Sneath, P.H., A, and Sokal, R.R., Numerical Taxonomy, Freeman, San Francisco, CA, (1973), 573 pp.
Nie, N.H., Huall, C.H., Jenkins, J.G., Steinbrenner, K., and Bent, D.H., SPSS : Statistical Package for the Social Sciences, McGraw- Hill, (1975), 434 - 467.



شكل (٤) : تباين الاقاليم والنظم الأرضية

بين النظم الأرضية في الأراضي الجرانيتية واراضي الحماد واراضي وادي عربا واراضي الحجر الرملي منفصلة عن بعضها (شكل ٥أ، ب)، الا ان النظم الأرضية المتطورة عن الحجر الرملي ظهرت متداخلة قليلا، و يرجع ذلك الى التشابه النسبي في الانماط الأرضية في مناطق الحجر الرملي الكامبري والارودوفيشي والسيلوري التي يطغى عليها اشكال الانسلبرج والكدوات والقارات وقباب التقشر والأبراج الصخرية بالرغم من وجود اختلافات محلية في مورفولوجية السفوح والرواسب السفحية بسبب الاختلافات الصخرية المحلية وتباين تأثر تلك الاشكال بالصدوع والمفاصل والشقوق بمستوياتها المختلفة. كذلك لوحظ اقتراب نظام الخبرات والسبخات في وادي عربه من النظم الأرضية المتطورة عن صخور الحجر الرملي (شكل ٤ب)، مما يؤكد مرة اخرى وجود مقدار اوحد ادنى من التناظر بين تلك النظم والوحدات الأرضية التي تتكون منها.



شكل (٥) : تباين الوحدات الارضية في النظم الأرضية المختلفة

جـ ـ تباين الوحدات الأرضية في كل نظام ارضي : ـ

بالرغم من ان الاختبارات الاحصائية الآنفة الذكر قد اثبتت وجود فوارق احصائية معنوية بين الأقاليم الأرضية و بين النظم الأرضية، الا ان الجوانب العملية والتطبيقية في تصنيف وتقييم الاراضي تتطلب التأكد من مدى صحة وجود فوارق احصائية معنوية بين الوحدات الأرضية في كل نظام ارضي، على اعتبار ان الوحدة الارضية او الشكل الارضي Landform (الوحدة التصنيفية الأساسية) يمثل انسب وحدة لأغراض تطوير الاراضي وادارتها The most appropriate manageable terrain unit. ولذلك اخضعت الوحدات الأرضية في كل نظام ارضي للتحليل التمييزي.

و يبين الشكل (٥أ، ب، جـ، د) نتائج التحليل بعد توقيع الدرجات التمييزية للوحدات الأرضية على المحاور المتعامدة، حيث ظهرت الوحدات الأرضية التي تنتمي إلى النظم الأرضية الجرانيتية (الاراضي التحاتية شديدة التضرس، واراضي غرابن الجليف) متباينة. وكانت قيمة F ذات معنوية عالية و بحدود ثقة ٩٩٪. وقد فسرت الدالة التمييزية الأولى ٧٢٪ من التباين، بينما فسرت الدالة التمييزية الثانية ١٦٪ من التباين، اما بالنسبة للوحدات الارضية التي تتكون منها النظم الأرضية في اراضي الحجر الرملي (الكامبري والاوردوفيشي والسيلوري)، فقد ظهرت بينها فوارق معنوية، و بحدود ثقة ٩٥٪، الا ان انفصالها لم يكن تاماً بسبب التشابه النسبي بين بعض الوحدات الأرضية في تلك النظم و بخاصة مورفولوجية سفوح البيديمنت، والاراضي المستوية التي تغطيها الفرشات الرملية او الحصوية او الحماد، واسطح الخبرات والسبخات، و بطون الأودية. وقد فسرت الدالة التمييزية الاولى ٦٢٪ من التباين الكلي، بينما فسرت الدالة التمييزية الثانية ١٣٪ من ذلك التباين.

وقد اظهرت النتائج ايضاً فوارق واضحة جداً بين الوحدات الأرضية في نظام اراضي وادي عربة وساحل خليج العقبة، حيث ظهرت الوحدات الأرضية متمايزة و بمعنوية عالية (حدود الثقة ٩٥٪). وقد فسرت الدالة التمييزية الاولى والثانية ٥٤٪ و٣٢٪ على التوالي. كذلك ظهرت فوارق عالية (حدود الثقة ٩٥٪) بين الوحدات الأرضية التي تتكون منها نظم اراضي الحماد وظهرت مجموعاتها في النظم الأرضية الثلاثة منفصلة عن بعضها البعض تماماً.

ومن الناحية العملية يؤكد الأختبار الاحصائي السابق صحة النظم الأرضية والوحدات الأرضية التي تم تحديدها من الصور الجوية والتحقق الميداني اللاحق. و بالتالي يمكن اعتبار المجموعات الوحدات الأرضية في منطقة الدراسة وحدات متجانسة في خصائصها لأغراض التطوير واستعمالات الاراضي. ونظراً للتباين الواضح بين النظم الأرضية، فان تحديد خصائص اخرى للوحدات الأرضية تناسب اغراضاً متعددة (هندسية او زراعية او عسكرية) يترتب عليه وجود تباين معنوي بين الوحدات الأرضية المختلفة. وتساعد هذه النتائج على

تحسين امكانات التنبؤ بخصائص الموضع Site conditions بمجرد معرفة خصائص وحدات ارضية مشابهة في منطقة اخرى.

د ـ التناظر بين النظم الارضية Analogies between terrain system : ـ

يعتمد المفسر عند استخدامه للأساليب المتقدمة في تفسير الصور الجو ية وصور الأقمار الصناعية لأغراض تصنيف الأراضي على ما يعرف بأسلوب النظائر الأرضية Terrain analogues في اشتقاق خصائص الأصناف الأرضية العلاقات الوظيفية استناداً إلى دراسات سابقة عن مناطق تشبه المنطقة قيد البحث. وتختزن النظائر الأرضية عادة في دماغ المفسر المتخصص على شكل تراكيب ذهنية Mental constructs تتضمن نموذجاً يمكن بواسطته فهم العلاقات الثنائية بين الخصائص الطبيعية للأرض، والمعرفة الجزئية (على الأقل) للعلاقات الوظيفية المختلفة بين الأصناف الأرضية. و بالرغم من ذلك فقد ينجح المفسر دائماً في التنبؤ بالخصائص الطبيعية لظاهرة أرضية في الصورة بمقارنتها مع النظير الا إذا تمت بخبرة عملية في ميدان تفسير الصور الجو ية والمسح الميداني الذي يخص الظاهرة التي يفسرها (١٥).

وقد قام بيرين وميتشل Perrin and Mitchell (١٦) في هذا الصدد بدراسة قيمة تساعد على اختيار افضل النظائر الأرضية للمقارنة عند القيام بمسوحات ارضية في المناطبق القاحلة. وقد زودت تلك الدراسة ولأغراض تطبيقية بوصف شامل للأصناف الأرضية على شكل جداول يرافقها زوج متتابع من الصور الجو ية (يمكن تجسيمه باستعمال ستيريوسكوب الجيب)، وصور فوتوغرافية ارضية، ومجسم يبين الوحدات الأرضية. وتمثل تلك الوثيقة الهامة ما يمكن تسميته بدليل النظائر الأرضية Analogus terrain key (١٧). ولا يمكن استعماله بنجاح الا من قبل اختصاصي متميز في جيومورفولوجية المناطق القاحلة، ومتمرس في الدراسة الميدانية المحلية والعالمية.

ولتلبية المتطلبات العملية لتطو ير الاراضي في منطقة ما، فانه من الضروري معرفة

---

١٥. Townshend, T.R.G., 1981, Image analysis and interpretation for land resources survey, In : Townshend, J.R.G., (ed.), Terrain analysis and remote sensing, George Allen & Unwin, London, 59-108.
Vink, A., Verstappen, H., and Boon, P., 1964, Some methodological problems in interpretation of aerial photographs for natural resources surveys. ITC Publ., Series B, No. 32.

١٦. Perrin, R.M.S., and Mitchell, C., 1969, An appraisal of physiographic units for predicting site conditions in arid areas. 2 vols. MEXE Rept. No. 11, Christchurch, England.

١٧. Estes, J.E., and Simonett, D., 1975, Fundamentals of image interpretation, In : Reeves, R.G., (ed.), Manual of remote sensing, ASP, Virginia, 869 - 1076.

مقدار التناظر بين الوحدات الأرضية التي تتكرر في النظم الأرضية المختلفة(١٨). اذ يفيد التناظر في تقييم القدرات الزراعية لبعض الوحدات الأرضية، وكذلك تقدير حاجاتها لاجراءات الصيانة وادارة الاراضي، وتقدير اخطار الفيضانات. و يمكن الاستفادة من التناظر في خصائص الوحدات الأرضية في المساعدة على اختيار مواضع المستوطنات البشرية وتشييد الطرق الصحراوية. واخيراً فان معرفة العمليات الجيومورفولوجية السائدة على الوحدات الأرضية يشكل المدخل الأساسي في ادارة البيئة في المناطق القاحلة(١٩).

ومن هذا المنطلق يمكن اعتبار الوحدات الأرضية النهائية كخلايا Pigeon holes اساسية لتوفير المعلومات اللازمة لتطوير استعمالات الاراضي وتقييم الأخطار البيئية. ومن المهم في هذا المجال تطوير الخبرات (او القدرات) على ربط بعض المعلومات المفيدة للأغراض التطبيقية والتي تميز وحدة ارضية في نظام ارضي معين لنظائر لها تتكرر في نظام (او نظم) ارضي آخر في مكان ما. وعموماً يوجد ثلاثة درجات من التناظر بين الوحدات الارضية يتناقص فيها مقدار التناظر تدريجياً من(٢٠) النمط الأول وحتى النمط الثالث، وهذه الدرجات هي: —

١. التناظر الأول وهو النمط الذي تتميز به نظماً ارضية متشابهة في تكوينها الجيولوجي، وتقع ضمن نطاق مناخي واحد بغض النظر عن مواقعها وتعطى الوحدات الأرضية التي تنتمي إلى تلك النظم نفس الترقيم بسبب تناظرها الشديد في خصائصها.

٢. التناظر الثاني وهو الذي يظهر بين الوحدات الارضية التي تنتمي إلى نظم ارضية متطورة من نفس الصخور ولها نفس الخصائص المناخية. و يتم تمييز تلك الوحدات الأرضية باعطاءها ارقاماً ثانوية.

٣. التناظر الثالث وهو ذلك الذي يوجد بين الوحدات الارضية التي تتميز بخصائص مناخية واحدة، ولكنها تنتمي إلى نظم ارضية تختلف في خصائصها الصخرية. و يسود هذا النوع من التناظر منطقة الدراسة الحالية بسبب سيادة نوع واحد من المناخ الجاف من طراز BWh (باستثناء منطقة صغيرة حول رأس النقب حيث يظهر مناخ سهبي من طراز BSh).

---

١٨. Mitchell, C., 1978, Op. Cit, p. 289.
Schick, A., 1979, Op. Cit, 351 - 360.

١٩. Stablein, G., 1979, Geomorphological models as a tool for environmental studies, Geo Journal, 3 (4), 379 - 385.
Golany, G., 1976, Site selection : process, Criteria, and method. In: Golany, G., (ed.), New-Town Planning : Principles and Practice, Wiley, New York, 60 - 97.
————, 1981, Arid zone settlement site selection: The case of Egypt. Ekistics, 48 (291). 456 - 466.

٢٠. Mitchell, C., and Howard, J., 1978, p. 8.

وايـاً كان الأمر يجب ان يكون الباحث حذراً في التنبؤ بخصائص الوحدات الأرضية من نظـائـر لـهـا (مـن خـلال تـفـسير الصور الجو ية فقط) لأغراض تطو ير الاراضي وصيانة التربة وتـخـطـيط اسـتعمالات الأرض. و يتطلب توفير المعلومات الموثوق بها المعرفة الميدانية الجيدة لمنطقة الدراسة (بالاضافة إلى الخبرة في تفسير الصور الجو ية)، وكذلك توافر الحد الادنى من المعرفة الميدانية للمناطق النظيرة.

و يـمـكـن التعرف إلى التناظر بين الوحدات الارضية المتكررة في النظم الارضية المختلفة باسـتـخـدام جداول الارتـبـاط الشاملة Comprehensive scheme of correlation المعروفة في هـذا المجال. و يبين الجدول (٩) نماذج من الوحدات الأرضية المتكررة في نظم ارضية مختلفة في منطقة الدراسة. و يتضح من اختبار الجدول وجود تناظر واضح بين الوحدات الأرضية (أ ــ ز) في الـنـظم الأرضية المختلفة والتي تتباين في خصائصها الصخرية. ولكن تتشابه التكو ينات الصخرية للنظم الأرضية كما هو الحال في صخور الحجر الرملي المختلفة.

وتـسـاعـد الـصـور الـجـو يـة في معرفة التناظر بين الوحدات الأرضية في النظم الأرضية المـخـتـلـفـة بسهولة و بسرعة متناهيتين وذلك بمقارنة الأنماط الفوتوغرافية، واللون والنسيج، وانـتـظـام الأشـكـال خـلال الانـمـاط الـفـوتـوغـرافية الكلية والتي يمكن بواسطتها تمييز النظم الأرضـيـة المـجـاورة. ومـن الـجـدول (٩) الـموضـح اعـلاه يمكن الكشف عن بعض التناظر بين الـوحـدات الأرضـيـة في النظم الأرضية المختلفة. فالتناظر مثلا واضح بين الخبرات والسبخات المتواجدة في وادي عربة والمتطورة في رواسب الرباعي، والخبرات والسبخات في صخور الحجر الـرملي الـكـامـبري والاردوفـيشي، وكـذلك بين سفوح الحضيض الحتية في الاراضي الجرانيتية واراضي الـحـجـر الـرملي. كـمـا ان الـتـنـاظر واضح جداً بين سفوح الحضيض المتطورة في صخور الـجـرانـيـت الـبلاجيوكليزي والتي تأخذ لوناً ابيضاً ونمطاً فوتوغرافياً فاتحاً في الصور الجو ية، وسـفـوح الـحـضـيـض الـمتطورة في صخور الحجر الرملي الاوردوفيشي الاسفل (O_1) والتي تأخذ ايـضـاً لـونـاً ونمطاً فوتوغرافياً مشابهاً في الصور. و بالمثل وجد تناظر واضح بين المراوح الفيضية المتلاحمة (البهادا) المتواجدة على جانبي الضهر الجرانيتي في وادي عربة ومنخفض القو يرة. وكـذلـك سـفـوح الـبـيد يمنت الصخرية المتطورة في الحجر الرملي الاوردوفيشي الاسفل (O_1) في مـنـخـفـض الـقـو يـرة، والـحـجـر الـرملي الاوردوفـيشي الاعلى (O_4) في سهل ابو صوانة وصخور الجرانيت البرجيوكليزي غربي القو يرة.

جدول ـ ٩ ـ

يوضح الارتباط بين نماذج من الوحدات الأرضية
في النظم الأرضية المختلفة

أ ـ القيعان والخبرات والسبخات	ارقام الوحدات الأرضية
١. نظام اراضي الحجر الرملي الكامبري : اراضي الانسلبرج	21.10
٢. نظام اراضي الحجر الرملي الاوردوفيشي	22.2.3, 22.1.13
٣. نظام الخبرات والسبخات في اقليم اراضي وادي عربة	42.2.3 - 42.2.1
ب ـ سفوح الحضيض	
١. نظام الاراضي الجرانيتية شديدة التضرس	10.1.5
٢. نظام الاراضي الجرانيتية متوسطة التضرس	10.2.4
٣. نظام اراضي الحجر الرملي الاوردوفيشي	22.1.7
٤. نظام اراضي الحجر الرملي الكرنب	33.3.2
جـ ـ المراوح الفيضية / البهادا	
١. نظام الاراضي الجرانيتية شديدة التضرس	10.1.6
٢. نظام الاراضي الجرانيتية متوسطة التضرس	10.2.5
٣. نظام اراضي غرابن الجليف	10.3.7
٤. نظام اراضي الحجر الرملي الكامبري : اراضي الانسلبرج	21.1.5-7
٥. نظام اراضي الحجر الرملي الاوردوفيشي	22.1.9
د ـ البيد يمنت	
١. نظام الاراضي الجرانيتية متوسطة التضرس	10.2.6
٢.نظام اراضي الحجر الرملي الكامبري : اراضي الانسلبرج	21.5-7
٣. نظام اراضي الحجر الرملي الاوردوفيشي	22.2.7, 22.1.8
٤. نظام اراضي الحجر الرملي السيلوري	23.4
هـ ـ الأسطح العليا المستو ية وشبه المستو ية	
١. نظام الاراضي الجرانيتية متوسطة التضرس	10.2.1
١. نظام الاراضي الجرانيتية متوسطة التضرس	10.2.1
٢. نظام اراضي غرابن الجليف	10.3.1
٣. نظام اراضي الحجر الرملي الكامبري : اراضي الانسلبرج	21.1
٤. نظام اراضي الحجر الرملي الاوردوفيشي	22.2.1, 22.1.1

٥. نظام اراضي الحجر الرملي السيلوري 23.1
٦. نظام اراضي ساحل العقبة 42.4.3
٧. نظام اراضي الحجر الكلسي الايكونو يدي 33.1.1=2

و ــ سفوح الهشيم والجلاميد الصخرية

١. نظام الاراضي الجرانيتية شديدة التضرس 10.1.7
٢. نظام اراضي الحجر الرملي الكامبري : اراضي الانسلبرج 21.1.3
٣. نظام اراضي الحجر الرملي الاوردوفيشي 22.2.6, 22.1.6

ز ــ الأشكال الرملية

١. نظام اراضي الحجر الرملي الكامبري : اراضي الانسلبرج 21.9
٢. نظام اراضي الحجر الرملي الاوردوفيشي 22.2.8, 22.1.12
٣. نظام الاراضي الرملية (وادي عربة) 42.3.1-4

٤. التقييم الجيومورفولوجي للوحدات الأرضية لأغراض التنمية : ــ

يغفل المخططون في كثير من الاحوال أهمية البيانات الجيومورفولوجية كمدخلات اساسية في عملية تخطيط التنمية الاقليمة. و يرجع ذلك الى عدم ادراك المخططين ــ و بخاصة مخططي المدن ــ للخصائص الجوهرية للبيئة الطبيعية، بدليل انهم لا يعملوا تفكيرهم في قوى الطبيعة الا في حالات محدودة فقط كما هو الحال عند وقوع كوارث بيئية فجائية كالزلازل او الجفاف او الفيضانات. ونادراً ما يقيم المخططون الطبيعة الديناميكية لسطح الأرض بما في ذلك ايضاً العمليات الجيومورفولوجية كانجراف التربة وتدهور نوعيتها، وتزايد معدلات الارساب في السدود، وتمدد وانكماش الترب الطينية وما لهما من تأثير على الخطط التنمو ية بشكل او آخر. و يقود هذا إلى التعميم بأن المخططين لا يدركوا في الواقع الأهمية التطبيقية للجيومورفولوجيا ودورها في تحسين مستوى البرامج التخطيطية وانجاحها*. اذ ان اي تغييرات تطرأ على الوسط البيئي من جراء تنفيذ الخطط التنمو ية قد يؤدي إلى فشل مشاريع التنمية، مما يجعل المخطط ــ و بدون قصد ــ احد ادوات الفشل في عملية التخطيط.

★ لمزيد من الاطلاع يمكن الرجوع إلى : ــ

Cooke, R.U., 1978, Applied geomorphological studies in deserts : a review of examples. In : J.R. Hails (ed.), Applied geomorphology, Elsevier, 183-225.
Cooke, R.U., Goudi, S.A., and Doornkamp, 1978, Middle East - review and bibliography of geomorphological contributions. Q.J. Eng Geol., 11, 9-18.
Doornkamp, J.C., Brunsden, D., Jones, D.K.C., Cooke R.U., and P.R. Bush, 1979, Rapid geomorphological assessment for engineering . Q.J. Eng. Geol., 12, 189-204.

و يفرض هذا الاتجاه اهمية ضرورة ادراك المخططين لدور الجيومورفولوجيا عند صياغة الخطط التنمو ية، او بمعنى آخر يجب ان يدرك المخطط كيف، ولماذا، ومتى تتضمن عملية التخطيط المدخلات الجيومورفولوجية وغيرها من علوم الارض، وكيفية التعامل مع الأخطار البيئية وتقييم الموارد الأرضية واستغلالها بصورة سليمة. وفي النهاية وكما يقول دورنكامب Doornkamp (٢١) كيف يتجنب المخطط اثناء التخطيط ايجاد منظومة من النتائج السلبية التي تتحرك باستمرار ضمن النظام البيئي.

أوضحنا فيما سبق كيفية استخدام أساليب البحث الجيومورفولوجي وتحليل الأشكال الأرضية في تصنيف اراضي منطقة الدراسة إلى وحدات ارضية تم تمثيلها في خارطة (شكل ٢ أ ـ هـ)، وعدد من المقاطع المختارة (شكل ٣) تبين تكرار الوحدات الأرضية في المنطقة. وسنعرض هنا عملية تقييم الوحدات الأرضية ونتائجها للأغراض التنمو ية بناء على الموارد الأرضية المتوافرة وقابلية الوحدات الأرضية على التعرض للأخطار البيئية المختلفة. من الناحية التطبيقية يمكن لهذا النوع من التقييم افادة عملية التخطيط قبل عملية الثنمية والتطو ير، وأثناء أو بعد عملية التطو ير.

قبل عملية التنمية او اقامة المشاريع المختلفة، يكون من الضروري معرفة الأصناف الأرضية وخصائصها ونظائرها المتكررة على نحو ما اوضحنا آنفاً، وكذلك معرفة العمليات الجيومورفولوجية الراهنة كالتعرية المائية والهوائية، والتجو ية واستقرارية السفوح، والاخطار البيئية عليها والتي ثبت بأنها تؤثر على انشطة الانسان واستعمالات الأراضي سواء الحضرية او الريفية او الصناعية او المواصلات(٢٢) مما سيكون له مغزى في ادارة البيئة. من جهة اخرى تساعد معرفة طبيعة الموارد الأرضية ومواقعها والاخطار البيئية المتواجدة او المستقبلية في اتخاذ قرارات التخطيط الأولية قبل عمليات تطو ير الاراضي المختلفة في الجزء الأكبر من منطقة الدراسة من خلال(٢٣) :ـ

أ) تحديد المواقع المناسبة وغير المناسبة للأنشطة التنمو ية ضمن مدى احتمالات وابدال مختلفة. اضافة إلى تحليل خصائص البيئة في المواقع المختارة مما يساعد على استغلال موارد البيئة بجدوى اقتصادية وفعالية عاليتين.

ب) تخطيط النمو الحضري بشكل يحافظ على الموارد الأرضية و يمنع تدميرها.

---

٢١. Doornkamp, J.C., 1985, The earth sciences and planning in the third World, Liverpool University Press., p. 1.

٢٢. Doornkamp, J.C., 1985, Op. Cit, p. 37.

٢٣. Cooke, R.U., Brunsden, D., Doornkamp, J.C., and D.K.C. Jones, 1985, Urban geomorphology of dry lands. Oxford University Press, p. 37 - 38.
Cooke, R. U., 1982, The assessment of geomorphological problems in dryland urban areas. Zeit für Geomorph., 44, 119 - 128.

جـ) معرفة وتقييم الموارد الأرضية اللازمة للتطو ير المستقبلي.
د) تخفيف الآثار غير المرغوبة والناجمة عن التطو ير، وتقليل تأثيراتها على الخصائص الجيومورفولوجية للمواضع الأرضية المختارة.
هـ) التنبؤ باستجابة سطح الأرض المواضع المختلفة لعمليات التطو ير.
و) تقييم الآثار والأخطار الجيومورفولوجية على المجتمع الحضري والريفي.

ومن المزايا الأخرى التي يوفرها المسح الجيومورفولوجي الوثائق الكرتوغرافية والمعلومات الأخرى التي يمكن للمخططين الاستفادة منها اما مباشرة، او باشتقاق خرائط و بيانات اخرى، علاوة على انها تشكل الاساس اللازم للقيام بدراسات ومسوحات تفصيلية لاحقة تفيد في تنفيذ مايلي: —

أ) وضع الخطة الهيكلية للمدينة واستعمالات الاراضي بناء على المؤشرات الجيومورفولوجية التي توضحها الخرائط الجيومورفولوجية التفصيلية.
ب) تخطيط الموضع وتطو يره Site planning and development وتوجيه تخطيط المدينة واستعمالات الاراضي في ضوء استقرارية الوحدات الأرضية المختلفة في منطقة التطو ير.
جـ) وضع مواصفات للتخطيط والبناء مثل تركيز مواضع اخذ عينات التربة والصخر في وحدات ارضية محددة او اجزاء منها، واختصار نفقات اخذ العينات اثناء مرحلة اختبار الموضع بناء على معطيات الخارطة الجيومورفولوجية (٢٤).

أما أثناء أو بعد عملية التطو ير، يمكن لمثل هذه الدراسات توضيح تأثير العمليات الجيومورفولوجية على المجتمع الحضري، و بالمقابل تأثير النمو أو التطور الحضري على الوسط البيئي او الوحدات الأرضية*. و بمعنى ادق يمكن معرفة النتائج السلبية للنمو الحضري غير

---

٢٤. للتفاصيل انظر: —

Cooke, R.U., et al., 1985, Ibid, 51 - 58.

* يمكن الاطلاع على الحالات الدراسية التي طبقت فيها المسوحات الجيومورفولوجية في دراسة الموارد الأرضية واخطار الفيضانات على: —

Doornkamp, J.C., Brunsden, D., and D.K.C. Jones (eds.), 1980, Geology, geomorphology, pedology of Bahrain. GeoBooks, Norwich.
Bush, P., Cooke, R.U., Brunsden, D., Doornkamp, J.C., and D.K.C. Jones, 1980, Geology and geomorphology of the Suez city region, Egypt., Jour. of Arid Inironment, 3, 265-281.
Stewart, R., 1981, The development of the city of Suez. Third World Planning Review, 3, (2), 179-200.
Cook, R.U., 1982, The assessment of geomorphological problems in dryland urban areas. Zeit für Geomorph., 44, 119-128.
Jones, D.K.C., 1980, British applied geomorphology : an appraisal. Zeit für Geomorph., 36, 48 - 73.

المخطط وتقييمها بهدف الحد من آثارها او وقفها تماماً. ومن خلال تلك الأهداف يسعى المخططون إلى :ـ

أ) تقليل او تخفيف المردود البيئي للتنمية.

ب) تطوير بنوك معلومات محلية ومكانية وزمانية خاصة بدراسات مراقبة البيئة للتنبؤ بالتغييرات المستقبلية التي يمكن ان تظهر على الوحدات الأرضية المختلفة.

جـ) استمرار تعديل الخطط والتنظيم الاداري، واتخاذ الاجراءات المناسبة لتحقيق التوافق بين التنمية وخصائص الوسط البيئي والانسجام في ادارة البيئة(٢٥).

استخدم في الدراسات السابقة الخاصة بتقييم الموارد الأرضية والأخطار البيئية في المناطق الجافة لأغراض التنمية سواء في الصحارى العربية او غيرها(٢٦)،عدد كبير من المتغيرات التي تعبر عن نوعية الارضية وطبيعة ودرجة الأخطار البيئية. وقد اختير من تلك المتغيرات مجموعة يشيع تواجدها في منطقة الدراسة وذلك بناء على مسوحات الموارد الأرضية والاخطار البيئية المتوافرة والملاحظات الميدانية. و يبين الجدول (١٠) المتغيرات المستخدمة في الدراسة الراهنة.

بعدها تم انشاء المصفوفات الأولية لأغراض التحليل على مرحلتين :ـ

المرحلة الأولى تم فيها معرفة تواجد او عدم تواجد الموارد الارضية في كل وحدة ارضية، وكذلك تواجد او عدم تواجد مشكلة بيئية معينة. اضافة إلى معرفة امكانية ظهور مشكلة بيئية محددة مستقبلا او عدم امكانية ظهورها في كل وحدة ارضية. ثم حولت تلك المعلومات إلى مصفوفتين وهميتين تضم المتغيرات الآنفة الذكر Dummy variables matrix (جدول ١٠)، تختص المصفوفة الأولى بالموارد الأرضية وهي ذات ابعاد ٩٤ × ١١ (حيث تمثل ٩٤ عدد الوحدات الارضية، و١١ عدد الموارد الارضية)، بينما تختص الثانية بالأخطار البيئية وابعادها ٩٤ × ١٤.

وبدلا من تحويلهما إلى مصفوفات وصفية باعطاءهما رموزاً هندسية تعبر عن شدة الاخطار البيئية، ووفرة الموارد الأرضية او ندرتها في كل وحدة ارضية(٢٧)، قام الباحث بتحويل المصفوفات الوهمية إلى مصفوفات رقمية باستخدام مقياساً رقيماً يوضح درجة او شدة الخطر

---

٢٥. Cooke, R.U., et al., 1985, Ibid, 40-58.

Cooke, R.U., 1978, Op. Cit, 183-225.

٢٦. Cooke, R.U., et al, 1978, Op. Cit, 9-18.

Doornkamp, J.C., et al., 1979, Op. Cit, 189-204.

٢٧. Cooke, R.U., et al., 1985, Op. Cit, 36-71.

Schick, A., 1979, Op. Cit., 351 - 360.

Cooke, R.U., et al., 1985, Op. Cit., 43-48.

البيئي، ودرجة تواجد او ندرة الموارد الأرضية. و يتراوح المقياس الرقمي بين (١) و(٥) وذلك على غرار المقاييس التي اقترحها المختصون في تقيم المردودات البيئية impact assessment Environment، والمختصون في تقييم الناحية الجمالية للمظهر الطبيعي للأغراض السياحية (٢٨) و يتضمن هذا المقياس ثلاث درجات هي: خفيف (او لطيف)، ومتوسط، وشديد بالنسبة للأخطار البيئية، ونادر، ومتوافر نوعاً، ومتوافر بالنسبة للموارد الأرضية وذلك على النحو التالي: ـ

١	٢	٣	٤	٥
لطيف		متوسط		شديد
نادر		متوافر نوعاً		متوافر

ثم قدرت العلامات الخاصة بكل وحدة ارضية ورصدت في المصفوفتين حسب المقياس الآنف الذكر. و بالرغم من خضوع هذا المقياس للحكم الشخصي بشكل او بآخر، فقد التزمنا به لعدم توافر مقاييس أفضل، اضافة إلى صعوبة وضع مقاييس ادق في هذا المجال.

تم تجزئة كل مصفوفة إلى اربع مصفوفات تمثل الاولى مجموعة الوحدات الارضية التي يتكون منها نظم الاراضي الجرانيتية. وتشمل الثانية على الوحدات الأرضية التي تتكون منها نظم اراضي الحجر الرملي، وتضم الثالثة الوحدات الأرضية التي يتكون منها نظم اراضي وادي عربة وساحل العقبة، بينما تمثل المصفوفة الرابعة مجموعة الوحدات الأرضية التابعة لنظم اراض الحماد. وقد اعتبر تصنيف الوحدات الأرضية إلى اربع مجموعات منطقياً بعد ان اثبت الاختبار الاحصائي باستخدام التحليل التمييزي المتعدد تباينها، و بالتالي اصبح الناتج النهائي ثماني مصفوات.

اخضعت كل مصفوفة للتحليل باستخدام اسلوب التحليل العاملي Factor analysis من نوع Q-mode حيث تتكون العوامل هنا من تشبعات Loadings الوحدات الارضية، بينما تكون الدرجات العاملية Factor scores للمتغيرات المختارة. و يهدف هذا الاسلوب الاحصائي إلى الكشف عن كيفية ارتباط الوحدات الأرضية بعدد من المتغيرات سوات تلك المتعلقة بالموارد الأرضية، او المتعلقة بالأخطار والمشكلات ذات المنشأ الجيومورفولوجي.

---

٢٨. Besset, R., 1980, Methods of environmental impact analysis. Jour. of Env. Manage, 2, 27-43.
Clark, B., and K. Chapman, 1979, Environmental impact analysis. In : Lovejoy, E., (ed.), Land use and landscape planning, Leonard Hill, 53 - 82.
Ravinder, K.J., and B.L. Hutchinson, (eds.), 1978, Environmental impact analysis. University of Illinois Press, Urbana, 241 pp.
Canter, L., 1977, Environmental impact assessment, McGraw-Hill, 173-219.
Skutsch, M., and R. Flowerdew, 1976, Measurement techniques in environmental impact assessment. Env. Conserv., 3, 207-217.

جـــــدول رقم (١٠) المتغيرات المستخدمة في الدراسة

الموارد الأرضية	المشكلات والاخطار ذات المنشأ الجيومرفولوجية
١. الطوبوغرافية / الانحدار	١. التعرية المائية
٢. الوصولية Accessibility	١٠١ ـ التعرية القنوية وانهيار الضفاف
٣. الحصاء والرمل	١٠٢ ـ الجدولة
٤. الموارد المائية	١٠٣ ـ الانجراف الصفيحي
٤٠١ ـ الامطار	٢. الارساب المائي
٤٠٢ ـ المياه السطحية	٣. الفيضانات الوامضة
٤٠٣ ـ المياه الجوفية	٤. الانهيارات الارضية وتدفق الهشيم
٥. قابلية الارض للاستغلال الزراعي	٥. التعرية الهوائية
٥٠١ ـ الزراعة المطرية	٥٠١ ـ تكرار العواصف الغبارية
٥٠٢ ـ الزراعة المروية	٥٠٢ ـ التذرية
٦. الرعـــي	٥٠٣ ـ الارساب الهوائي
٧. اقامة مشاريع الاسكان	٥٠٤ ـ زحف الرمال
٨. القيمة الجمالية Scenic value	٦. تجوية الاملاح
	٧. الافراط في الجريان السطحي وغمر القيعان والسبخات
	٨. الخسف الموضعي
	٩. الدكم بالهدرجة Hydrocompaction
المجموع: (١١) مترا	المجموع : (١٤) مترا

٤٠١. نمط ارتباط مجموعات الوحدات الأرضية بالموارد الأرضية : ـ

يتبين من التحليل العاملي ان الوحدات الأرضية الجرانيتية ترتبط بمجموعة كبيرة من المواد الأرضية ولكن بدرجات متفاوتة. وترتبط سلبياً و بمعدلات عالية بالمياه الجوفية (ـ٦ر٤)، والزراعة المروية (ـ٩ر٣) فقط. و بالرغم من ارتباطها الايجابي بمتغير الطوبوغرافية (١ر٢) والوصولية (٩ر١) فان قيم الدرجات العاملية منخفضة نسبياً (جدول ١١) بسبب نظم التضرس والوعورة والارتفاع، وسيادة بعض الوحدات الأرضية الوعرة كالذري المدببة، والاراضي شديدة الانحدار، والأعراف النافرة والمتوازية، والاراضي الرديئة التي تتميز بالوعورة وصعوبة الحركة عبرها. ولذلك فان الارتباط الايجابي بعامل الطوبوغرافية والوصولية يرجع في الحقيقة إلى تواجد وحدات ارضية لطيفة التضرس

والانحدار، مثل سفوح الحضيض، والمراوح الفيضية، وسفوح البيد يمنت و بخاصة في نظام الاراضي الجرانيتية متوسطة التضرس مثل حوضة الشقيري، ونظام اراضي عرابن الجليف.

نلحظ ايضاً ارتفاع قيم الدرجات العاملية وارتباطها ايجابياً مع القيمة الجمالية لبعض الوحدات الارضية (٤ر١). اذ نجم عن التضرس وتعدد ألوان الصخور الجرانيتية والقواطع تشكل أراض ذات مناظر أخاذة مما يجعلها من الموارد الهامة في التطوير السياحي في المنطقة. من جهة اخرى يتضح انخفاض قيم الدرجات العاملية الايجابية بالنسبة لبعض الموارد الأرضية كالحصباء والرمل (١ر٢) بسبب انحصار تواجدها في المراوح الفيضية. كذلك تنخفض الدرجات العاملية بالنسبة للزراعة المطرية (١ر٨) بالرغم من ارتفاع معدلات الامطار النسبي وتكرار حدوث الجريان السطحي. الا ان ذلك يعد هامشياً لأغراض الزراعة، اضافة إلى ان السطح اما عارياً، او مغطى بتربة فقيرة. ولذلك فان قيمتها الزراعية تبقى ضعيفة بالرغم من ان بدو المنطقة يخاطرون بزراعة القمح والشعير على سفوح البيد يمنت في حوضة الشقيري وغرابن الجليف. كما يقومون بجمع المياه السطحية في آبار حفروها اسفل سفوح الحضيض، و يطلق عليها البدو اسم «هرابة». و بسبب طبيعة الصخور الجرانيتية وارتفاع كثافة الشقوق التكتونية والنفاذية تنعدم فيها الطبقات الحاملة للمياه. ولذلك ترتبط الوحدات الأرضية هنا سلبياً مع المياه الجوفية والزراعة المروية مما يعني فقرها بهذه الموارد.

جدول (١١) الدرجات العاملية للمتغيرات الخاصة بالموارد الارضية

الموارد الارضية	اراضي الجرانيت	اراضي الحجر الرملي	اراضي وادي عربة	اراضي الحماد وساحل العقبة
الطوبوغرافية / الانحدار	١ر٢	٢ر٤	٦ر٤	٢ر٣
الوصولية	٩ر١	١ر٤	٨ر٤	٩ر٢
الحصباء والزمل	٢ر١	٨ر١	٣ر٤	ـ٨٦ر٠
الأمطار	٦ر٣	٣ر١	ـ٥ر٣	٣ر٤
المياه السطحية	٢ر٣	١ر١	٦ر١	٩ر٢
المياه الجوفية	ـ٦ر٤	٨ر٣	٨ر٣	٨ر١
الزراعة المطرية	٨ر١	٩١ر.	ـ٩ر٢	٨ر١
الزراعة المروية	ـ٩ر٣	٧ر٢	٨ر٢	١ر٢
الرعي	٦ر١	١ر٣	٩ر١	٤ر٣
اقامة مشاريع الاسكان	٢ر١	٨ر١	٦ر١	١ر٣
القيمة الاجمالية	١ر٤	٣ر٥	ـ٢٥ر.	ـ٩٣ر.

وترتبط الوحدات الأرضية المتطورة في صخور الحجر الرملي ايجابياً مع جميع المتغيرات (او العوامل) الخاصة بالموارد الأرضية. وترتفع قيم الدرجات العاملية للطوبوغرافية (٢ر٤)، والوصولية (١ر٤)، والمياه الجوفية (٨ر٣)، والزراعة المروية (٧ر٢)، والرعي (١ر٣). وتصل القيم اقصاها بالنسبة للقيمة الجمالية (٣ر٥). وتنخفض القيم الخاصة ببقية الموارد الارضية بالرغم من ارتباطها الايجابي مع الوحدات الأرضية مما يعني فقر هذه الموارد (جدول ١١). ولذلك تنحصر قيمة هذه الوحدات الأرضية في موارد الناحية الجمالية (لأغراض التنمية السياحية) وتوافر المياه الجوفية شريطة ان تستغل للأغراض المنزلية وليس الزراذة للحفاظ على هذا المورد الحيوي. يلاحظ ايضاً ارتفاع قيم الدرجات العاملية للرعي وهذا شيء طبيعي لسيادة القيعان في اراضي الحجر الرملي، حيث تشكل المرابي[٢٩] (المشارف الخارجية للقيعان) بحكم ظروف التربة والرطوبة مناطق مثالية لنمو النباتات الرعوية في السنوات العميمة مما يرفع من قدراتها الرعوية وامكانات تطويرها، هذا و يمكن تطوير القدرة الرعوية اذا ما استغلت المياه الجوفية لزراعة الأعلاف (فقط) لتدعيم قطاع الرعي في الاقليم.

و يظهر ارتباطاً سلبياً عالياً بين الوحدات الأرضية في وادي عربة وساحل العقبة مع موارد مثل الأمطار التي تهطل على النجود الجرانيتية. من جهة اخرى ترتفع قيم الدرجات العاملية للطوبوغرافية (٦ر٤)، والوصولية (٨ر٤)، والحصباء والرمل (٣ر٤)، والمياه الجوفية (٨ر٣)، وهذا تأكيد على أهمية هذه العوامل بالنسبة للبهادا والتي تجذب الاستثمار والتطوير[٣٠]. كما يدل ارتفاع قيم الدرجات العاملية بالنسبة للزراعة المروية (٨ر٢) على وجود امكانات كبيرة لاستغلال المياه الجوفية في الزراعة المروية. وتعد النتائج الآنفة الذكر، اضافة إلى ارتفاع قيم الدرجات العاملية للرعي (٩ر١) من المؤشرات الهامة التي تشجع على التطوير الزراعي والعمراني في وادي عربة. و يلاحظ وجود ارتباط سلبي طفيف مع القيمة الجمالية (ـ ٢٥ر٠) كنتيجة لارتفاع القيمة السياحية لساحل العقبة بسبب العامل المناخي او الدفء في الشتاء وليس بسبب جمال الطبيعة.

وترتفع قيم الدرجات العاملية في الوحدات الأرضية التابعة للحماد بمنطقة رأس النقب بالنسبة للطوبوغرافية (٢ر٣)، والوصولية (٩ر٢)، واقامة مشاريع الاسكان (١ر٣)، الا انها تقل عن قيمتها بالنسبة للامطار (٣ر٤) بسبب ارتفاع منطقة رأس النقب وتزايد معدلات التساقط. وقد ترتب على ذلك ارتفاع قيم الدرجات العاملية ايجابياً بالنسبة للرعي (٤ر٣)، والزراعة المطرية (٨ر١)، والمياه الجوفية (٨ر١) مما يعني ارتفاع امكانات تطوير

---

٢٩. بحيري، صرح، ١٩٧٤، المعالم المورفولوجية لصحراء شمال شبه جزيرة العرب، دراسات، مجلد ١، (١ + ٢)، ص١٢.

٣٠. Schick, A., 1979, Op. Cit., 351-360.

المراعي والزراعة المطرية والزراعة المروية. وتبين الشواهد الميدانية في منطقة رأس النقب تواجد المصاطب الزراعية من عهد الانباط والعهود اللاحقة مما يؤكد توافر الامكانات لتطوير اراضي المنطقة.

٤٠٢. نمط ارتباط مجموعات الوحدات الأرضية بالمشكلات والاخطار البيئية ذات المنشأ الجيومورفولوجي: ـ

ترتبط الوحدات الأرضية في الاراضي الجرانيتية ارتباطاً ايجابياً مع خمسة أنواع من المشكلات والأخطار البيئية (جدول ١٣) هي: ـ الفيضانات الوامضة في مجاري الاودية والمراوح الفيضية (٢ر٨)، والجدولة (٢ر٦)، والانهيارات الأرضية وتدفق الهشيم (٥ر١)، والانجراف الصفيحي (١ر٦) وبخاصة على سفوح الحضيض وسفوح البيد يمنت، والتعرية القنوية وانهيار الضفاف (١ر١) على المصاطب اللحقية. وتمثل الفيضانات الوامضة والانجراف الصفيحي في الواقع اخطر تلك المشكلات. من جهة اخرى ترتبط الوحدات الأرضية سلبياً مع بقية المشكلات والأخطار البيئية مثل تجوية الأملاح، والخسف الموضعي، والدكم بالهدرجة، والتذرية والارساب الهوائي. و يدل انخفاض قيم الدرجات العاملية على ضعف تأثيرها كعامل محدد امام التطوير والتنمية.

بالمقابل يلاحظ ارتباط ايجابي الوحدات الأرضية المتطورة في صخور الحجر الرملي والمشكلات والأخطار البيئية مع ارتفاع واضح في قيم الدرجات العاملية لمعظم تلك الأخطار (جدول ١٢). و ينحصر الارتباط السلبي فقط في التعرية القنوية والخسف الموضعي والدكم بالهدرجة. وتحتل الفيضانات الوامضة (٣ر٩)، وغمر القيعان والسبخات بالمياه السطحية في الشتاء (١ر٤)، والعواصف الغبارية (٢ر٥)، والتذرية (٣ر٧)، والارساب الهوائي (٢ر٩) اهمية كبرى كمحددات امام التطوير. وتواجه المزارع الحديثة شرقي القويرة هذه الأخطار بشكل واضح مما يعني ضرورة اخذها بعين الاعتبار عند وضع الخطط التنموية لأراضي الحسمي. و بالرغم من الارتباط الايجابي بين الوحدات الأرضية والارساب المائي (١ر٥)، وزحف الرمال (١ر٦)، وتجوية الأملاح (١ر٨)، فان انخفاض قيم الدرجات العاملية يجعلها كمحددات امام التطوير من الدرجة الثانية او قليلة الأهمية. وربما يؤدي تكثيف الزراعة المروية والتوسع الزراعي، واستنزاف المياه الجوفية مستقبلا كما هو مخطط حالياً إلى رفع اهمية عامل تجوية الأملاح كخطر بيئي من الدرجة الأولى و بخاصة على هوامش القيعان. وقد اثبتت التجارب العملية والملاحظات الميدانية القدرة الهائلة لعمليات تجوية الأملاح على تحطيم أساسات المنشآت الهندسية والتربة[٣١]. كذلك أدت زراعة الأشجار حول المزارع

---

٣١. Goudie, A., Cooke, R.U., and I. Evans, 1970, Experimental investigation of rock weathering by salts. Area, 4, 42-48.
Goudie, A., 1974, Further experimental investigation rock weathering by salt and other mechanical processes. Zeit fur Geomorph., 21, 1-12.

جدول رقم (١٢) الدرجات العاملية للمتغيرات الخاصة بالمشكلات والاخطار ذات المنشأ الجيومورفولوجي

المشكلات والاخطار ذات المنشأ الجيومورفولوجي	اراضي الجرانيت (٢٥ وحدة ارضية)	اراضي الحجر الرملي (٤١ وحدة ارضية)	اراضي وادي عربة وساحل العقبة (١٦ وحدة ارضية)	اراضي الحماد (١٢ وحدة ارضية)
التعرية القنوية وانهيار الضفاف	١ر١	-٠ر٩٢	٧ر٢	٦ر٢
الجدولة	٦ر٢	٠ر٩٨	٩ر٢	٧ر١
الانجراف الصفيحي	٦ر١	٥ر٢	٨ر١	٢ر٢
الارساب المائي	-١ر٣	٥ر١	١ر٣	٩ر١
الفيضانات الوامضة	٨ر٢	٩ر٣	٢ر٦	٦ر٥
الانهيارات الارضية وتدفق الهشيم	٥ر١	٣ر١	-١ر٤	٤ر٣
تكرار العواصف الغبارية	-٣ر٣	٢ر٥	٨ر٣	-٠ر٨٥
التذرية	-٩ر١	٧ر٣	٩ر٢	٥ر١
الارساب الهوائي	-٨ر١	٩ر٢	١ر٣	-٨ر٢
زحف الرمال	-٠ر٧٢	٦ر١	٨ر٣	-١ر٢
تجوية الأملاح	-٠ر٦٣	٨ر١	٣ر٤	-٨ر١
الافراط في الجريان السطحي وغمر القيعان والشبخات	-٠ر٤٥	١ر٤	٥ر٤	-١ر٢
الخسف الموضعي	-٠ر٣٦	-٠ر٦٥	٤ر١	-٠ر٨١
الدكم بالمدرجة	-٠ر٢٢	-٠ر٥٣	٦ر١	-٠ر٤١

الحديثة شرقي القو يرة (كمصدات للرياح والرمال) الى اصطياد حبيبات الرمل وترسيبها لتكون نبكات رملية مما يؤد خطورة مثل هذه الاجراءات في بيد يمنت القو يرة، وامكانية تحول هذا الخطر الى المرتبة الاولى وكمحدد هام أمام التوسع الزراعي الذي بدأ ينتشر بصورة عشوائية في المنطقة.

تتعاظم اهمية الأخطار والمشكلات البيئية ذات المنشأ الجيومورفولوجي في الوحدات الأرضية التي تنتمي إلى وادي عربة وساحل العقبة. إذ ترتفع قيم الدرجات العاملية للأخطار الناجمة عن الفيضانات والتعرية المائية (٢ر٦)، والأخطار الناتجة عن التعرية الهوائية كالعواصف الغبارية (٨ر٣)، والتذرية (٩ر٢)، والارساب الهوائي (١ر٣)، وزحف الرمال (٨ر٣)، وتجو ية الاملاح (٣ر٤)، والافراط في الجريان السطحي وغمر القيعان والسبخات (٥ر٤). و بالرغم من انخفاض قيم الدرجات العاملية لبعض الأخطار مثل الخسف الموضعي (٤ر١)، والدكم بالهدرجة (٦ر١)، الا انه في حالة التوسع الزراعي بالري في وحدات أرضية مثل البهادا في وادي عربة سيؤدي الماء المتسرب إلى تقليل قولا المواد السطحية الجافة ونسبة الفراغات البينية بينها مما يترتب عليه هبوط السطح كما حدث في الوادي الأوسط في كاليفورنيا(٣٢).

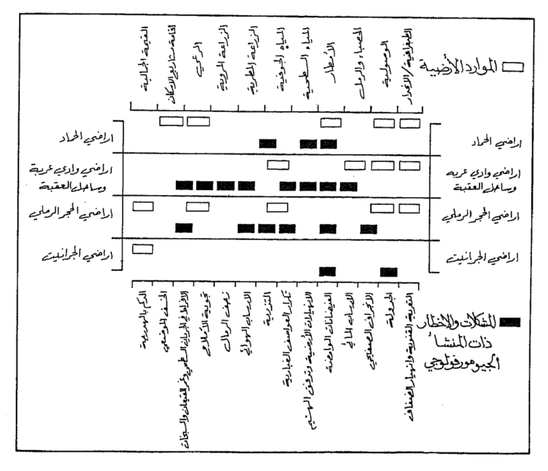
وتمثل الفيضانات الوامضة (٦ر٥)، والانهيارات الأرضية (٤ر٣)، والانجراف الصفيحي (٢ر٢)، والتعرية القنو ية (٦ر٢) ابرز الأخطار البيئية التي تتعرض اليها الوحدات الأرضية في منطقة الحماد برأس النقب، بدليل ارتفاع قيم الدرجات العاملية لها. ومن الأهمية بمكانة الاشارة إلى ان اخطار الفيضانات تهدد الوحدات الأرضية على منحدرات ميل كو يستا رأس النقب كما حصل في فيضان وادي وهيدة المدمر عام ١٩٦٦. بينما يظهر تأثير الانهيارات الارضية والتعرية القنو ية على منحدرات النحت / الصدعية لكو يستا رأس النقب. و بلا شك تزايد تأثير عامل الانحراف الصفيحي في رأس النقب في الفترة الحديثة بعد خراب المصاطب الزراعية النبطية واستنزاف النباتات الرعو ية بالرعي الجائر. من جهة اخرى ترتبط الأخطار البيئية الناجمة عن التعرية الهوائية، والخصف الموضعي، والدكم بالهدرجة ارتباطاً سلبياً بالوحدات الأرضية في المنطقة بسبب اختلاف طبيعة الأشكال الأرضية والعمليات الجيومورفولوجية التي تمارس نشاطها بالمقارنة مع نظائرها في وادي عربة.

صفوة القول، يتضح من المناقشة السابقة وجود تباين في الموارد الأرضية، والأخطار والمشكلات البيئة الجيومورفولوجية في النظم والوحدات الأرضية المختلفة في منطقة الدراسة. ولاعطاء نظرة شاملة ومبسطة عن انماط الارتباط الايجابي والارتباط السلبي بين مجموعات الوحدات الأرضية والمشكلات والأخطار ذات المنشأ الجيومورفولوجي، تم تمثيل نتائج التحليل

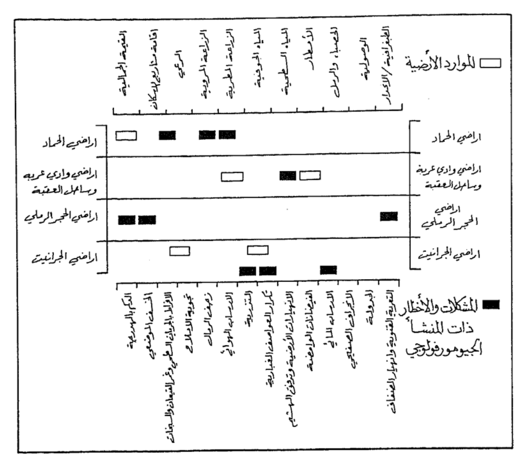
---

٣٢. Bull, W.B., 1964, Alluvial fans and near surface subsidence in Western Fresno country, California. US Geol. Surv. Prof. Paper, 437-A, 70 pp.

العاملي بيانياً يوضحها شكل (٦) وشكل (٧). اذ يتضح من الشكل (٦) قلة او ندرة الموارد الأرضية في اراضي الجرانيت. حيث ينحصر المورد الطبيعي هنا في القيمة الجمالية للأشكال الأرضية و بخاصة في غرابن الجليف الشفيري وخوانق الأودية والحافات الصدعية المطلة على وادي عربة. و بالمقابل تقل الأخطار البيئية ايضاً وتنحصر في أخطار الجدولة والفيضانات الوامضة. كما تظهر وفرة نسبية في الموارد في الوحدات الأرضية التي تنتمي إلى وادي عربة وساحل العقبة واراضي الحجر الرملي، واراضي الجماد في رأس النقب. ولكن بالرغم من وفرة الموارد في اراضي وادي عربة وساحل العقبة وأراضي الحجر الرملي، الا أنه يتعاظم تأثير الأخطار البيئية وتتنوع بشكل يفوق تنوع الموارد. و يستدل من ذلك ان وضع اية خطة لاستثمار الموارد وتطوير الوحدات الارضية، يتطلب الأخذ بعين الاعتبار تلك الأخطار كمحددات للتطوير وكمدخلات اساسية في التخطيط التنموي بالرغم من ان فترات الرجوع لبعض الاخطار كالفيضانات متباعدة زمانياً وقد تصل إلى خمسين أو مئة سنة. من جهة اخرى قد



شكل (٦) : نمط الارتباط الايجابي بين مجموعات الوحدات الأرضية والموارد الارضية والمشكلات او الاخطار ذات المنشأ الجيومورفولوجي



شكل (٧) : نمط الارتباط السلبي بين مجموعات الوحدات الارضية والموارد الارضية والمشكلات او الأخطار ذات المنشأ الجيومورفولوجي

تظهر الآثار البيئية لبعض الأخطار بعد فترة قصيرة من بدء عمليات التطوير مثل تجوية الأملاح وزحف الرمال والخسف الموضعي مما يحتم تقييمها مسبقاً واضافتها كمدخلات في اي خطة تنموية لهذه المناطق.

التخطيط العمراني وتقييم اخطار الفيضانات في المناطق الجافة، حالة دراسية : منطقة العقبة

الأستاذ يحيى فرحان

Urban planning and the evaluation of flood hazard in arid lands of Jordan, Aqaba Case study

Abstract

The Aqaba city has grown very rapidly since early fifties as a major and unique port for Jordan. It's total population increased from few hundreds to approximately 45 thousands. Several development plans were formulated by the 2000 AD. An examination of the long-term development plan reveals a prominant lack of care towards the physical environment, which must be considered to protect the urban area against repetitive flood hazards. Alternatively, the planners produced an imaginative urban layout. Thus the plan geometry including the different land uses and urban function were evaluated in light of flood hazards.

Geomorphological mapping was carried out to recognize the landforms and surface materials. Afterwards, a generalized model of natural drainage conditions was established, and then an assessment of potential flood hazard map was generated. As a result of such procedures, suggestions were put forward for more detailed investigation to delimit precisely the most appropriate sites for development, and those must be avoided. Flood protection measures to protect specific sites were also recommended.

١. المقدمـــــــة :ـ

تفرض الخصائص البيئية الهشة والضاغطة Fregile and Stressful conditions في المناطق الجافة اختيار موضع Site المركز العمراني وتخطيط استعمالات الاراضي، ووضع الخطط الهيكلية المستقبلية للتطور الحضري بعناية فائقة. و يتضمن اختيار موضع المركز العمراني وتخطيطة دراسة جميع عناصر البيئة لما لها من تأثير في عملية الاختيار أثناء مرحلة التخطيط، او عند انشاء المركز العمراني، وكذلك مستقبله. و يعني هذا نجاحه واستمراريته وراحة سكانه. و يؤدي التخطيط السليم للمناطق الحضرية في الأراضي الجافة في النهاية إلى تخفيض استهلاك الطاقة، واستغلال اقتصاديات الموارد وتطويرها بشكل فعال(١).

---

١. Golany, G., 1982, Selecting sites for nes settlements in arid lands : Negev case study. Energy & Buildings, 4, 23-41.
Bitan, A., 1983, Applied climatology and its contribution to planning and building : the Israeli experience. HABITAT INTL., 7 (3/4), 125-145.

في مناطق الحضارات القديمة كما هو الحال في جنو بي الاردن وفلسطين كان يمثل تطور اي مركز عمراني عملية مستمرة عبر الاجيال المتعاقبة. اذ لجأ السكان إلى تطبيق خبراتهم التراكمية والدروس المستقاة من البيئة المحلية في حل المشكلات التي واجهوها في بيئات صحراو ية قاسية. بينما تتخذ في الوقت الحاضر قرارات التخطيط في معظم المناطق الجافة بسرعة كبيرة، وتتم في اغلب الأحوال من قبل مخططين لم يألفوا الخصائص البيئية والمشكلات التخطيطية في المناطق الجافة، سواء عند انشاء المركز العمراني، او اثناء التصدي لحل مشكلات المراكز العمرانية القائمة. ونظراً لارتفاع معدلات النمو الحضري والتوسع العمراني والانشطة الاقتصادية في الوقت الراهن في كثير من بقاع الاراضي الجافة، تبقى عملية اختيار موضع المركز العمراني والتوسع المستقبلي مشكلة تخطيطية ايضاً. و بالرغم من ان بعض المخططين أخذوا بعين الاعتبار بعض المتغيرات البيئية اثناء التخطيط، فانهم اهملوا متغيرات اخرى ذات اهمية بالغة بالنسبة لمستقبل المركز العمراني. ولذلك يتطلب نجاح التخطيط ان يأخذ المخططين في العملية جميع المتغيرات البيئية، سواء كانت طبيعية (كالطو بوغرافية، والمناخ، والهيدرولوجيا، والأيكولوجيا)، او اقتصادية (كالموارد والاستثمارات الاقتصادية)، او استراتيجية (كالدفاع، عقدة مواصلات، او الضرورة الوطنية)، او ادارية وغيرها(٢).

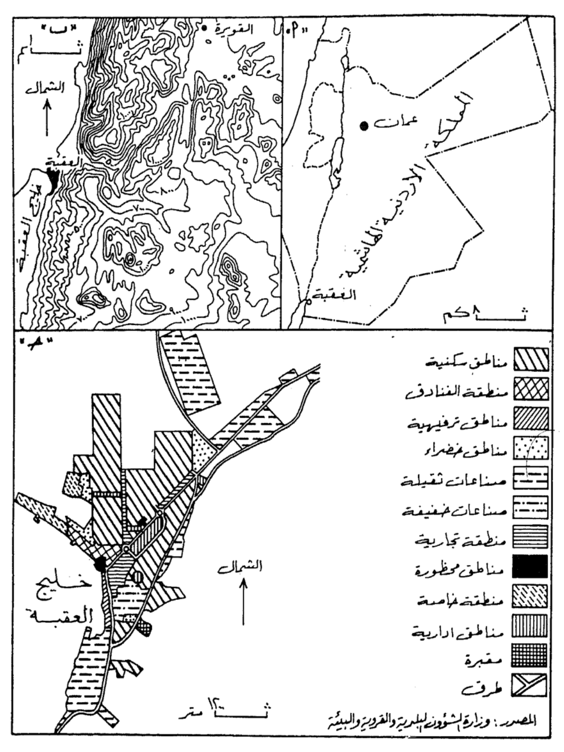
وتمثل مدينة العقبة نموذجاً لمدن الموانىء الصحراو ية حيث تقع على خليج رأس العقبة، وتعود نشأتها إلى القرن العاشر قبل الميلاد (شكل ١ ب). وقد ازدهرت فترات كعقدة مواصلات برمائية بين دمشق والصحراء الداخلية العربية من جهة، والبحر الأحمر وافريقيا من جهة اخرى، و بخاصة في عهدي الانباط والرومان. الا انها كانت تضمحل وتنكمش او تندثر فترات اخرى. واستعاد موقع المدينة اهمية في فترة الانتداب البريطاني و بعد تأسيس امارة شرقي الاردن. واصبحت الميناء البديل لموانىء حيفا و يافا بعد نكبة عام ١٩٤٨، حيث وضعت اول خطة لتطو ير المدينة والميناء على جانبي وادي الشلالة (او البلدة القديمة) عام ١٩٥٢(٣). ومنذ ذلك الوقت نمت مدينة العقبة نمواً سريعاً، وتحولت من قرية صغيرة يسكنها بضع مئات من الصيادين والمزارعين إلى مدينة ادارية وسياحية مزدهرة بصناعة الموانىء، و يقرب عدد سكانها في الوقت الحاضر من ٤٥ ألف نسمة. ولمواجهة النمو السريع للعقبة كميناء وحيد للأردن، وضعت الدولة في الخمسينات والستينات والسبعينات عدداً من المشاريع التخطيطية التي تهدف إلى تطو ير المدينة بما في ذلك وضع خطط هيكلية حتى سنة

---

٢. Golany, G., 1983, Planning Principles of arid-zone settlement. HABITAT INTL., 7 (3/4), 147 - 163.

٣. Hindle, P., 1966, Aqaba : an old port revived. Geog. Jour., 132, p. 64.
Beherily, S., 1969, The port town of Aqaba, Jordan.
Quar. Jour. of the Natural Resources Authority, Amman, Vol. 1, 6 - 19.

بحيري، صرح الدين، ١٩٧٣، جغرافية الاردن، مطبعة الشرق ومكتبتها، عمان، ص ٢٢١ ـ ٢٢٢.



شكل (١) : أ ــ موقع مدينة العقبة

ب ــ خارطة كنتورية لمنطقة العقبة

جـ ــ استعمالات الاراضي في منطقة العقبة

٢٠٠٠(٤). كذلك وضعت الدراسات والخطط لتطوير حي الشلالة والمدينة القديمة(٥).

وقد اتضح من دراسة تلك الخطط والملاحظات الميدانية ان المهندسين لم يأخذوا بعين الاعتبار طبيعة العمليات الجيومورفولوجية المائية والأخطار البيئية المترتبة عليها عند تخطيط استعمالات الاراضي، وتحديد المناطق السكنية وتصميم الطرق، بالرغم من ندرة وقوع الحوادث الجيومورفولوجية المتطرفة وتباعد فترة رجوعها، الا ان عنف القوى الجيومورفولوجية، وتدني المقاومة تجاه العمليات الحتية التي تمارسها يجعل من الضروري اخذها بعين الاعتبار(٦). وقد اثبتت الدراسات التي اجريت على المناطق الجافة في جهات اخرى انه من الخطورة بمكان اهمال حادثات جيومورفولوجية متطرفة كالفيضانات الفجائية والنحت والارساب عند تخطيط استعمالات الاراضي، والطرق(٧). و يبدو ان المهندسين استندوا عند وضع خطط مدينة العقبة إلى متغيرين فقط وهما الخصائص الطوبوغرافية المثالية التي تميز البهادا، ووفرة الموارد المائية سواء في البهادا او في خزان الحجر الرملي القريب في جنوبي الاردن، مع اهمال واضح للخصائص السلبية للموضع والاخطار المترتبة عليه كالفيضانات المدمرة.

سنحاول في الدراسة الراهنة تقييم خطة مدينة العقبة وتطورها العمراني (حتى سنة ٢٠٠٠) في ضوء اهم الأخطار البيئية التي تميز البهادا الجنوبية من وادي عربة وهي الفيضانات الفجائية. ولتحقيق هذا الهدف، تم القيام بتحليل جيومورفولوجي للمنطقة باستخدام صور جوية مقياس ١ : ٦٠٠٠٠ (صورت عام ١٩٨١) والمسح الميداني، انتهى بانشاء خارطة جيومورفولوجية. بناء عليها تم وضع نموذج عام لخصائص التصريف المائي والجريان المائية. اشتق بعدها خارطة تبين اخطار الفيضانات في المنطقة بناء على دراسات كوك Cooke وآخرون ممن طوروا اساليب البحث الجيومورفولوجي لتقييم تلك المشكلة في

---

٤. Ministry of Municipal & Rural Affairs, 1981, Master Plan for Aqaba and South Coast.

٥. Hashimite Kingdom of Jordan : Aqaba region authority, 1985, Shallalah and old town : case file, final report.

٦. Wolman, M.G., and J.P. Miller, 1960, Magnitude and frequency of forces in geomorphic processes. Jour. Geol., 68, 54-74.
Baker, V.R., 1977, Stream-Channel response to floods, with examples from Central Texas. Geol. Soc. Am. Bull., 88, 1057 - 1071.

٧. Schick, A., 1974, Alluvial fans and desert roads- a problem in applied geomorphology. Abh. Akad., Wiss. Gottingen, Math-Physik, Klasse III, Floge nr. 29, 418-425.
———, 1979, Fluvial processes and settlement in arid environments. Geo. Jour., 3 (4), 351-360.

المناطق الجافة(٨).

٢. الخصائص الطبيعية للموضع : ـ

تقع المدينة على رأس خليج العقبة، اي ضمن الاخدود الاردني مما هيأ لها اتصالا برياً ببقية الاردن عبر وادي عربة وفجوة وادي اليتم، واتصالا بحرياً بالخارج عبر خليج العقبة. و يحاذى المدينة من الشرق الحافات الصدعية للنجود الجرانيتية التي يصل ارتفاعها ١٥٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر. وتهبط الحافات الصدعية باتجاه الساحل الجنو بي وادي الشلالة بانحدار شديد يستمر عبر مياه الخليج بحيث يمكن الوصول إلى عمق ١٨٠ متر (١٠٠ قامة) بعد مسافة قصيرة من خط الساحل(٩) مما هيأ موضعاً مناسباً لتوسع الميناء جنو بي المدينة. من ناحية اخرى يقل عمق المياه شمالي وادي الشلالة بحيث لا يزيد عن ثلاثة امتار. وكنتيجة لوفرة الشعاب المرجانية وصفاء المياه وهدوءها خصص هذا الجزء من الساحل للأغراض السياحية(١٠). و يتوضع عند قواعد الجروف الجرانيتية على الجانب الشرقي لساحل الخليج و وادي عربة مجموعة من المراوح الفيضية اكبرها مروحة وادي اليتم، وتشكل منحدر ارساب متصل على هيأة بهادا ترجع في تكونها إلى اوائل الرباعي او قبله(١١).

وتعد الخصائص الجغرافية والجيولوجية للنجود الجرانيتية من العوامل الأساسية التي اسهمت في تكو ين المراوح الفيضية. فالانحدار الشديد، وندرة او قلة الغطاء النباتي، وخصائص المناخ الصحراوي و بخاصة الأمطار والحرارة، وعمليات التجو ية والحت جميعها من العوامل الملائمة لتكونها(١٢). وتساعد مورفولوجية اسطح المراوح الفيضية، ونمط القنوات والمجاري المائية التي تقطعها على معرفة اصلها. وتدل الشواهد الميدانية على ان ترسيب مواد الحطام المتنوع الحجم والذي تحمله الفيضانات عاملا اساسياً في تكونها. و يظهر في وسط

---

٨. Griffiths, J.S., 1978, Flood assessment in ungauged semi-arid catchments as a branch of applied geomorphology. Geography Dept. King's College, London, Occasional Paper, 8.
Cooke, R.U., et al., 1985, Urban geomorphology of dry lands. Oxford University Press, 95 - 106 & 235 - 238.
Kesseli, J.E., and C.B. Beaty, 1959, Desert flood conditions in the White Mountains of California and Nevada. US Army Quartermaster Research and Engineering Center, Tech. Rep., EP - 108.

٩. Karmon, Y., 1963, Eilath - Israel's Red Sea Port. Tijd. Voor. Econ. Nn. Soc. Geografie, 54, p. 117.

١٠. Beheiry, S., 1969, Op. Cit, p. 9.

١١. Beheiry, S., 1972, Desert landscapes in Southern Jordan. Faculty of Arts Journal, 3 (1), 11 - 12.

١٢. Beaty, C.B., 1963, Origin of alluvial fans, White Mountains, California and Nevada, Ann. Assoc. Am. Geogr., 53, p. 519.

المراوح الكبرى مثل مروحة وادي اليتم عدداً من القنوات النشطة التي تتهدل الرواسب على جوانبها اثناء الفيضان. بينما تظهر في القنوات المتسعة ارسابات حديثة تأخذ نمطاً فوتوغرافياً فاتحاً. وتتغطى اسطح المراوح بين القنوات النشطة بورنيش صحراوي يظهر بلون داكن على الصور الجوية مما يؤكد على قدم السطح وضعف الحت واستقرارية السطح. وعند اقدام المراوح تظهر مجموعة من المسيلات والجداول الصغيرة التي تدل على العمليات الحتية المائية (شكل ٢)، و يعتقد بتغير مورفولوجيتها عقب كل فيضان.

وقد اقيمت البلدة الحالية في اوائل هذا القرن على المروحة الفيضية لوادي الشلالة. وتوسعت في الفترات اللاحقة لتغطي المباني جميع اجزاء المروحة. ونمت المدينة في الستينات بمعدلات سريعة وامتد العمران شمالا على مراوح الأودية الصغرى مثل وادي الشهبي و وادي ام جرف، ومراوح الأودية الكبرى مثل وادي اليتم. كذلك تطورت منشآت الموانىء والمنشآت الصناعية جنوبي وادي الشلالة، وشق الطريق الساحلي (العقبة ــ حقل) عبر مراوح وادي جيشة و وادي مبرك والشواطىء المرجانية المرفوعة. و يتراوح منسوب العمران في مدينة العقبة الحالي بين ١٠ و١٢٠ متراً فوق مستوى سطح البحر. و بالرغم من ان الموضع الأصلي للبلدة القديمة والمراحل اللاحقة لنموها وتوسعها قد هيأ لها اراض ملائمة للنباء، بالاضافة إلى توافر الموارد المائية عند اقدام مروحة وادي الشلالة قرب الساحل، ثم مروحة وادي اليتم لاحقاً، الا ان هذا الموضع كان يدخر دوماً عناصر الاضطراب في حياة سكان المدينة كل بضع سنوات عندما تتركز عاصفة ماطرة فوق النجود الجرانيتية كما حصل عام ١٩٥٣ و١٩٦٣ عندما تعرضت البلدة القديمة وايلات على الجانب الآخر من خليج العقبة لأخطار الفيضانات الغطائية(١٣). ومن المؤشرات التي تؤكد احتمال تكرار اخطار الفيضانات المدمرة ما حصل عام ١٩٦٦ اثناء فيضان وادي اليتم و وادي وهيده في معان(١٤). و يلاحظ من نمو المدينة في السنوات العشر الأخيرة، اضافة إلى خطة المدينة المستقبلية لسنة ٢٠٠٠٠ على ان المناطق الصناعية توسعت حالياً على الاراضي الواقعة ضمن وسط مروحة وادي اليتم. بينما تتوسع المناطق السكنية باتجاه اقدام هذه المروحة وادي ملغان، اي ليس بعيداً عن اخفض بقاع وادي عربة في المنطقة والسبخات المحلية. و بالتأكيد ستواجه المنشآت الهندسية كالطرق

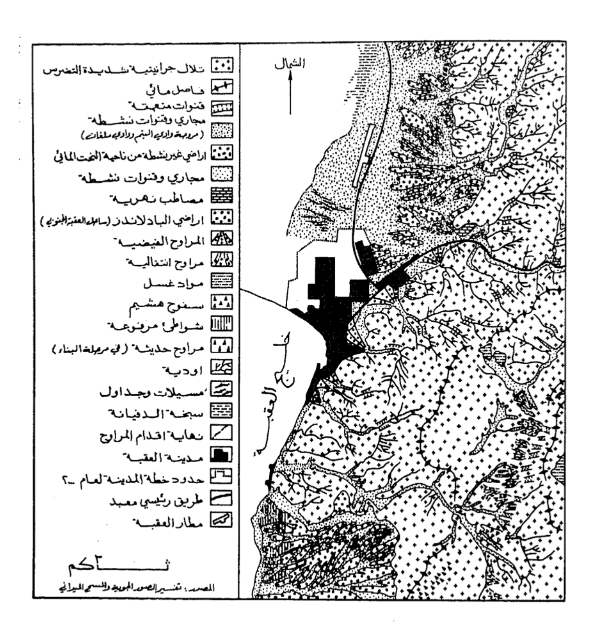
---

١٣. مقابلات مع سكان البلدة القديمة اجريت عام ١٩٨٤.

يمكن الاطلاع على الآثار التدميرية للفيضانات الغطائية في ايلات في تلك الفترات بالرجوع إلى :ـ

Schick, A., 1979, Op. Cit., p. 354.
Amiran, D.H.K., 1971, Elat - a seaside town. In : Coastal Deserts., University of Arizona Press, p. 171 - 176.

١٤. Schick, A., 1971, A desert flood : physical characteristics, effects of man, geomorphic significances, human adaptation- a case study of the Southern Arava Watershed., Jerusalem Studies in Geography, 2, 91 - 155.
Central Water Authority, Hydrology Division, 1966, Floods in Southern Jordan on 11 March 1966. Amman, Unpub. Rept., p. 2 - 3.



شكل (٢) : الجيومورفولوجيا

والمطار والمباني هنا مشكلات تجوية الأملاح في المستقبل، واخطار الفيضانات والنحت والارساب (شكل ١جـ، ٢).

تتميز منطقة العقبة بمناخ صحراوي قاسي، إذ يبلغ المعدل السنوي للمطر في العقبة ٣٧ ملليمتراً (بانحراف معياري مقداره ٢٧٫٦ : عدد سنوات القياس ٢٩ سنة)، بينما يصل المعدل السنوي للمطر في محطة وادي اليتم ٦٤ ملليمتراً (بانحراف معياري مقداره ٣٨٫٩ : عدد سنوات القياس ١٢ سنة)(١٥). و يسقط ٧٥٪ من المطر بين شهري كانون الأول وشباط. وقد وصل اعلى معدل سنوي للمطر في محطة رم عام ١٩٦٨ حيث هطل ١٧٦ ملليمترا. وفي عام ١٩٧٤ سجلت محطة رأس النقب معدلا سنو ياً بلغ ٣٠٤٫٤ ملليمتر. بينما هطل في العقبة عام ١٩٧٥ اقصى معدل سنوي للمطر وهو ٨٤٫٢ ملليمترا. و يتركز المطر عادة في ساعات وأيام محدودة. وقد تهطل معظم الأمطار السنو ية في عاصفة مطرية واحدة مما يترتب عليه ارتفاع معدلات الغزارة وتهيؤ الفرص لتكون فيضانات غطائية او فيضانات مدمرة. وتزيد معدلات درجة الحرارة القصوى عن ٣٠° مئو ية من نيسان حتى تشرين الأول. وتتراوح معدلات الحرارة القصوى في شهري تموز وآب بين ٤٢° ــ ٤٥° مئو ية. وتصل الحرارة الدنيا اقصاها في شهري كانون الثاني وشباط حيث تقل عن عشر درجات. وقد سجلت درجات حرارة متدنية جداً في ايلات حيث وصلت درجة مئو ية واحدة(١٦)، كما سجلت نفس الدرجة في شهر كانون الأول من عام ١٩٨٥. و يؤكد عظم التباين الحراري على دور التجو ية الميكانيكية والانفراط الآلي في تهيئة الحطام على السفوح ريثما تكتسحها الفيضانات الغطائية. وقد شوهدت آثار التجو ية الميكانيكية بوضوح في منطقة غرابن الجليف وحوضه الشقيري في النجود الجرانيتية شمالي مدينة العقبة. وتتراوح الرطو بة النسبية بين ٢٨٪ في أيار و٥٣٪ في كانون الأول. ور بما ترتفع معدلات الرطو بة النسبية عن الارقام السابقة على الساحل الجنو بي بين العقبة وحقل، وقد تصل إلى ٩٠٪ عند هبوب الرياح الجنو بية.

تفتقر مدينة العقبة نفسها للموارد المائية بعد تلوث وتملح الآبار الضحلة قرب الساحل. واستعيض عنها في نهاية الستينات بمياه الآبار التي حفرت عند خليج مروحة وادي اليتم على عمق ٢١ متراً. وقد بلغ معدل الانتاج اليومي من تلك الآبار ٦٥٠٠ متر مكعب يومياً عام ١٩٨٠(١٧). وكنتيجة للتطور العمراني السريع للمدينة في السنوات العشر الأخيرة، ثم مد أنبوب للمياه من حقل الديسة الجوفي على بعد ٨٠ كيلو متراً لمواجهة الطلب المتزايد على المياه للاغراض المنزلية والسياحية والصناعية. و يفرض تواضع الموارد المائية في اقليم مدينة العقبة

---

١٥. Natural Resources Authority, 1977, National Water Master Plan of Jordan. Vol. III, Surface Water Resources, Amman, p. 16 - 17.

١٦. Amiran, D., 1971, Op. Cit., p. 172.

١٧. ابراهيم، احمد حسن، ١٩٨٣، مدينة العقبة: الموقع ومعطيات المكان الطبيعية، قسم الجغرافية، جامعة الكويت، النشرة الجغرافية رقم ٥٧، ص٣٢.

وضع خطة لادارة الموارد المائية لضمان استمرارية المدينة ووجودها والقيام بوظائفها، مع الأخذ بعين الاعتبار الحد من معدلات نموها او وقف نموها إلى الحد الراهن.

٣. المراوح الفيضية وأنماط استعمالات الاراضي: ـ

تتصل المراوح الفيضية الثمانية التي تقوم عليها مدينة العقبة لتكون وحدة مورفولوجية واحدة وهي البهادا. تنتقل عبرها مياه الجريان السطحي والرواسب من سفوح واقدام النجود الجرانيتية إلى بطن وادي عربة ورأس خليج العقبة. و يبين الجدول (١) بعض خصائص احواض تلك الأودية والمراوح الفيضية المتكونة عند اقدام الحافات الجرانيتية. وتشير النتائج الأولية لدراسة عن المراوح الفيضية في جنوب الاردن (وادي عربة، ومنخفض القويرة، ووادي يتم العمران) بما فيها منطقة العقبة(١٨) إلى وجود علاقة مباشرة ايجابية بين مساحة اسطح المراوح ومساحة الاحواض المائية التي تنتمي اليها، وظهور علاقة عكسية بين مساحة المراوح والانحدار الوسطي لها. كما ترتبط كثافة الشبكة المائية بنوعية الصخور النارية والنسبة المساحية لتواجد القواطع الرأسية المتباينة الصلابة في الصخور النارية التي يتكون منها الحوض المائي، ومدى استطالة وتطوير روافد الأودية من الدرجة الاولى.

و يتضح من الجدول (١) أيضاً تباين انماط استعمالات الاراضي على اراضي المراوح الفيضية الثمانية. و يعد ذلك التباين انعكاساً حقيقياً لتطور ونمو مدينة العقبة في العقود الثلاثة الأخيرة، والاستجابة السريعة للانسان والدولة لتغير اهمية موقع وموضع المدينة من المنظور التاريخي والسياسي والاقتصادي للمنطقة وما ترتب عليه من تسارع عملية تخطيط المدينة ووضع الخطط الهيكلية لها حتى سنة ٢٠٠٠. و يلاحظ ان المناطق السكنية (شكل ١جـ، ٢) والتي تشكل ٦٠٪ من مساحة المعمور المبني في المدينة تقام على مروحة وادي جيشه، ومروحة وادي الشلالة، ومروحة وادي الشهبي، ومروحة وادي اليتم مع تباين واضح في مواقع المساكن فوق المروحة (كالقمة، او الوسط، او قدم المروحة). إذ بينما تتركز المساكن على قمة ووسط وقدم مروحة الشلالة، فانها تتواجد على قمة المروحة في وادي جيشه، وقدم المروحة في وادي الشهبي، ووسط وقدم مروحة وادي اليتم. وقد اقيمت معظم المجمعات السكنية على منسوب يتراوح بين ٥٠ متراً و٧٥ متراً فوق مستوى سطح البحر، بالمقابل تتركز المناطق الصناعية في المنطقة الساحلية جنوبي الميناء، اما على الساحل مباشرة او في مخارج الأودية.

من وجهة نظر التصدي للأخطار البيئية والاستجابة للفيضانات(١٩)، فان خصائص

١٨. Farhan, Y. and S. Beheiry, 1988, Alluvial fans in Southern Jordan, In preperation.

١٩. Burton, I., Kates, R.W., and G. White, 1978, The environment as hazard, Oxford University Press, New York, 239 pp.

جدول رقم (١) بعض خصائص احواض الأودية والمراوح الفيضية، ونمط استعمالات الاراضي

الوادي**	مساحة الحوض (كم)^٢	كثافة الشبكة المائية (كم / كم)^٢	الانحدار الوسطي للمروحة (درجة)	استعمالات الاراضي*	القسم المستغل من المروحة	حجم الرواسب (ملليمتر)	ملاحظـــات
١. وادي ملغان	٢٤٫٠	٣٫٤	٣٫٢	طريق وادي عربة، مطار العقبة	وسط المروحة	٨٨٫٢	منسوب الطريق اعلى من منسوب سطح المروحة
٢. وادي الحويطي	١٤٫٥	٤٫٦	٣٫٢	طريق وادي عربة، مطار العقبة	وسط المروحة	٩٢٫٦	منسوب الطريق اعلى من منسوب سطح المروحة
٣. وادي اليتم	٨٧٠٫٠	٤٫١	٢٫٨	طريق عمان ـ العقبة، سكة حديد العقبة ـ حطية، صناعات ثقيلة مناطق سكنية	قمة المروحة وسط المروحة قدم المروحة	١٦٠٫٢ ١٢٧٫٦	منسوب الطريق اعلى من منسوب سطح المروحة، واحيانا على نفس منسوب سطح المروحة
٤. وادي ام جرف	٤٫٨	٣٫٢	٥٫٨	طريق عمان ـ العقبة، مباني حكومية،	قدم المروحة	٨٢٫٥	منسوب الطريق اعلى من منسوب سطح المروحة
٥. وادي الشهبي	١٠٫٥	٣٫٤	٦٫٢	طريق عمان ـ العقبة، طريق جانبي للشاحنات، مناطق سكنية	قدم المروحة	٧١٫٨	عبارات، جسور صغيرة، تشوه كبير في سطح المروحة منتجة الحفر والردم
٦. وادي الشلالة	٦٫٥	٥٫٤	٤٫٦	طريق جانبي للشاحنات، منطقة سكنية، صناعات خفيفة، منطقة تجارية	قدم المروحة وسط المروحة قدم المروحة	٩٥٫٥ ٧٤٫٤ ٦٨٫٢	منسوب الطريق اعلى من منسوب سطح المروحة، تشوه في سطح المروحة، عبارات وخنادق
٧. وادي جيشه	٦٫٥	٣٫٣	٦٫٦	طريق العقبة ـ حقل، منشآت الميناء، صناعات ثقيلة	قدم المروحة وسط المروحة قدم المروحة	٩٦٫٣ ٨٨٫٦ ٨٤٫٨	تشوه سطح المروحة، منسوب الطريق اعلى من من سطح المروحة، عبارات وخنادق
٨. وادي مبرك	٥٣٫٠	٣٫٧	٣٫٤	طريق العقبة ـ حقل منشآت، صناعات ثقيلة	وسط المروحة قدم المروحة	٨٦٫٤ ٧٥٫٧	تشوه سطح المروحة، منسوب الطريق اعلى من منسوب سطح المروحة، عبارات وخنادق

المصدر:ـ تفسير الصور الجوية والمسح الميداني.

★ وزارة الشؤون البلدية والقروية والبيئة: (انظر شكل ١).

★★ انظر شكل (٣).

الموضع الجيومورفولوجية، وخطة استعمالات الأراضي الراهنة والمستقبلية لا تجعل خياراً آخر سوى تقبل تلك الأخطار والخسائر الناجمة عنها سواء المادية او الخسائر في الارواح. وفي ظل التخطيط المكاني الراهن، فانه عند حدوث فيضان مدمر في وادي اليتم (من مستوى فترة رجوع ٥٠ سنة مثلا) يتوقع ان تكون الخسائر عالية في الأرواح والمباني السكنية. لذلك يفرض منطق التخطيط السليم تغيير نمط استعمالات الاراضي واستثمار الموضع للتخفيف من حدة المردودات السلبية للفيضانات طالما انه لا يوجد بديل آخر غير تقبلها. بمعنى آخر يجب ان تخصص اراضي المناطق الصناعية والكراجات الحالية للأغراض السكنية نظراً لفارق المنسوب والبعد عن القنوات المائية الرئيسة عند قمة ووسط المروحة، والبعد عن السبخات الملحية عند اقدامها. و بالمقابل تخصص مناطق السكن والتوسع السكني الراهنة للأغراض الصناعية او الترفيهية او تحول إلى مناطق خضراء. و يقصد من تعديل انماط استعمالات الاراضي على نحو ما سبق، تصحيح اخطاء التخطيط والتصميم لتحقيق توافق تخطيطي وهندسي[٢٠] Planning and engineering adjustement مع الوسط البيئي، واضافة مشاريع لضبط الفيضان في الخطة الحالية.

وقد شق طريق العقبة ــ وادي عربة عبر وسط المروحة الفيضية لوادي اليتم و يظهر في اغلب الأحوال بمنسوب اعلى من منسوب سطح المروحة بفعل عمليات الروم عند انشاءه. بينما يترسم طريق عمان ــ العقبة الصحراوي اراضي من قمة مروحة وادي اليتم، واراضي من اقدام المراوح الصغرى لأودية ام جرف والشهبي والشرلة. وتم بناء الطريق الساحلي بين العقبة وحقل على طول اقدام مروحة وادي جيشه ووادي مبرك. وقد اقتطع الطريق في الصخور الجرانيتية ورواسب المراوح الفيضية، والشواطىء المرجانية المرفوعة، كما يظهر بمنسوب اعلى من منسوب اسطح المراوح على الساحل حتى الحدود مع المملكة العربية السعودية. يتضح مما سبق انه ترتب على شق الطرق في اغلب الاحوال تشو يه اسطح المراوح الفيضية واضطراب النظام التحاتي.

علاوة على ما سبق فان الامتداد العمراني تجاه قواعد مروحة وادي اليتم ووادي ملغان ــ اي بالقرب من السبخات الملحية يجعل المساكن وأية منشآت هندسية في متناول المياه المالحة التي تصعد إلى السطح بواسطة الخاصية الشعرية. و بالتالي وقوع اساسات المباني تحت تأثير تجو ية الأملاح. وعموماً تبقى اخطار تجو ية الاملاح بحاجة إلى دراسات تفصيلية لمعرفة نمط المياه الباطنية الضحلة واعماقها وخصائصها بوسائل الحفر والمسح الجيوفيزيائي قبل تأكيد دورها كخطر هندسي Engineering hazard.

---

٢٠. Jones, D.K.C., 1983, Environment of Concern. Trans. Inst. Brit. Geogr. N.S., 8, p. 435 & 439.

٤. التقييم الجيومورفولوجي لأخطار الفيضانات في المدينة :ـ

يمثل التقييم الجيومورفولوجي لأخطار الفيضانات في المناطق الجافة كمنطقة العقبة عملية بسيطة بحد ذاتها وغير مكلفة.. وتعتمد دقة نتائجها على مدى توافر البيانات الحقيقية الخاصة بهيدرولوجية الفيضانات مثل غزارة المطر، والجريان الأعظمي، والمتغيرات التي تعكس خصائص الجيومورفولوجيا المائية وغيرها. وهي في الواقع قليلة جداً مما يعني في النهاية صعوبة التوصل إلى قرارات حاسمة حول طبيعة اخطار الفيضانات للحد من آثارها. ونظراً للتشتت المكاني والزماني للأمطار العاصفة المركزة في المناطق الجافة فانه يصعب التنبؤ بها. و بالرغم من شيوع تقنيات الاستشعار عن بعد كالأقمار الصناعية، فانه يصعب ايضاً وفي المدى القصير تطو ير نظام تحذيري خاص بالفيضانات في المناطق الجافة. وتمثل خصائص الفيضانات الصحراو ية مثل قصر فترة الفيضان عاملا آخر يعيق تطو ير نظام تحذيري باستخدام صور الأقمار الصناعية. إذ لا تستمر معظم الفيضانات الصحراو ية لأكثر من ساعة واحدة يكون فيها التدفق المائي في الأودية كحائط من المياه لا يلبث وان يختفي فجأة(٢١).

و يفرض هذا الوضع ضرورة مقاومة اورفض تطبيق الأساليب الهندسية التي يختارها المهندسون لضبط الفيضانات والتي طورت في المناطق الرطبة لأنها بالتأكيد وسيلة غير ناجحة لضبط الفيضانات الصحراو ية ولا تتلائم معها. و يتضح في اقليم العقبة ان المسؤولين عن التخطيط لم يعيروا الحوادث الجيومورفولوجية المحلية اهتماماً كافياً اثناء وضع الخطط الهيكلية للمدينة. وانحصر رد الفعل تجاه اخطار الفيضانات في انشاء عدد من السدود الترابية المتواضعة والخنادق والعبارات لتوافر التمو يل اللازم لذلك سواء على مستوى البلدية او مستوى الاقليم. و بالرغم من تواضع هذا النظام، لا يعني ذلك تبديد الأموال بسبب عدم معرفة او ادراك طبيعة الاشكال الأرضية والعمليات الجيومورفولوجية في المنطقة. وأياً كان الأمر فقد اثبتت المسوحات الجيومورفولوجية التي نفذت في مناطق جافة من الوطن العربي(٢٢) لهذا الغرض نجاحاً ملموساً في استخدام الأساليب الجيومورفولوجية لاجراء تقييم اولي لأخطار الفيضانات. و بلا شك يمكن تحسين نتائج المسوحات الجيومورفولوجية الوصفية إذا ما اقترنت بتطبيق النماذج والمعادلات الرياضية التي تمكن من تقدير الخصائص الهيدرولوجية لأحواض الأودية في المناطق الجافة، والتي تتميز غالباً بعدم توافر محطات الرصد والقياس الهيدرولوجي في معظمها(٢٣). و يقوم المسح الجيومورفولوجي الراهن على استخدام قياس وصفي ثلاثي الأبعاد يتضمن التعرف إلى الاشكال الأرضية التي تمكن من تشخيص اخطار الفيضانات وخصائصها الهيدرولوجية كالعلاقات الدالة على الفيضان الأعظمي والمصاطب اللحقية والرواسب الحديثة والقنوات النشطة، وكذلك تحديد شبكة

---

٢١. Schick, A., 1979, Op. Cit, p. 353.

٢٢. Cooke, R.U., et al., 1985, Op. Cit.

٢٣. Jones, D.K.C., 1983, Op. Cit., p. 435.

القنوات والمجاري المائية، ومناسيب الاراضي ذات القابلية على التعرض لأخطار الفيضانات.

تخلف الفيضانات العنيفة high-magnitude floods عند حدوثها بصمات واضحة وثابتة على البنى التحتية للمراكز العمرانية الصحراو ية كالمنشآت الهندسية والمباني والطرق يتمثل في تخريبها. و ينعكس تأثيرها ايضاً على مورفولوجية القنوات المائية كنتيجة لوجود مورد ضخم من مواد الحطام الخشن، طول فترة رجوعها او تكرارها، وارتفاع نسبة القمة الأعظمية للفيضان بالمقارنة مع الجريان السطحي العادي(٢٤). وعموماً تتميز منطقة العقبة وغيرها من المناطق الجافة في الاردن بندرة الحوادث الجيومورفولوجية المتطرفة من قوة كبيرة، وتباعد فترات رجوعها بالمقارنة مع المناطق الرطبة التي تتميز غالباً بحوادث جيومورفولوجية متوسط القوة medium-size magnitude(٢٥). و بالرغم من ذلك فان الدراسات التي اجريت حول الاستجابة الجيومورفولوجية geomorphic response للفيضانات المتطرفة في المناطق الجافة وشبه الجافة على عظم تأثيرها وقوتها التدميرية للمعالم الحضارية، او بالنسبة لصياغة اشكال ارضية جديدة(٢٦) وعند حدوث فيضانات عنيفة يتم عادة تخطي العتبة الجيومورفولوجية لنظام القنوات في الأودية الصحراو ية threshold the channel system كما حدث في فيضان وادي اليتم ــ وادي وهيدة (معان) عام ١٩٦٦ حيث بلغت قمة الغزارة العظمى للمطر ١٥ ملليمتر / ساعة كما صنف الفيضان من فترة رجوع ٥٠ سنة، مما ادى إلى تخطي العتبة الجيومور ولوجية للقنوات والمجاري المائية الرئيسة في حوض وادي اليتم ووادي وهيدة. وتعد هذه النتائج معقولة جداً بالمقارنة مع نتائج دراسات اخرى عن الفيضانات المدمرة ذات فترة رجوع ١٠٠ سنة كما حدث في شمال غرب انجلترا حيث هطل المطر بمعدل غزارة ٢٨ ملليمتر / ساعة(٢٧). وتتكرر الحوادث

---

٢٤. Gupta, A., 1983, High-magnitude floods and stream channer response. spec. Publs. Int. Ass.
Sediment., 6, 219 - 227.
Harvey, A., 1986, Geomorphic effects of a 100 year storm in the Howgill Fells, Northwest England.
Ziet für Geomorph, N.F., 30 (1), 71-91.

٢٥. Wolman, M.G., and J.P. Miller, 1960, Magnitude and frequency of forces in geomorphic processes.
Jour. of Geology, 68, 54-74.

٢٦. Cooke, R.U., 1982, The assessment of geomorphological problems in dryland urban areas. Zeit für Geomorph., 44, 119 - 128.

Thornes, J., 1976, Semi-arid erosional systems : case study from spain. London School of Economics, Geog. Dept., paper No. 7, p. 18-19.
Brunsden, D., and Thornes, 1979, Landscape sensitivity and change. Inst. Brit. Geog. Trans. N.S., 4, 463-484.

٢٧. Schick, A., 1979, Op. Cit.

الجيومورفولوجية الرئيسة في المناطق الجافة من الاراضي المحتملة (حسب الدراسات الاسرائيلية) مرة كل سنتين في الأحواض المائية التي تبلغ مساحتها نصف كيلو متر مربع. وتتناقص فترة رجوعها او تكرار تلك الحوادث مع تزايد مساحة الحوض المائي[28]. واستناداً إلى الملاحظات التفصيلية طويلة المدى في ولاية يوتا Utah الامريكية، فان اكبر نصيب من المياه الجارية والرواسب، ومن ثم التغييرات الجيومورفولوجية والطاقة التدميرية تنتج من احواض مائية ذات رتب من مساحة ٢٥ كيلومتراً مربعاً[29].

وتشير قيم مساحات احواض الأودية في منطقة العقبة (جدول ١) على ان الآثار الجيومورفولوجية والبشرية لحوادث تلك الأودية ــ باستثناء وادي اليتم ــ تقع ضمن نتائج الدراسات الجيومورفولوجية التي اجريت على احواض الأودية في منطقة ايلات، ونتائج الدراسات الامريكية في ولاية يوتا وغيرها و بخاصة بالنسبة لقصر فترة الرجوع للفيضانات العادية. من جهة اخرى يصنف وادي اليتم من ضمن الأحواض التي تتميز بوقوع الحوادث الجيومورفولوجية المتطرفة و بفترات رجوع تصل إلى ٥٠ سنة كفيضان عام ١٩٦٦. و يلخص شيك Schick [30] نتائج تحليل فترات رجوع وتكرار الفيضانات في منطقة ايلات على النحو التالي: ــ يتكرر الجريان السطحي سنوياً في الغالب، وتحدث الفيضانات مرة كل ثلاثة او خمس سنوات، بينما تقع الفيضانات المدمرة مرة كل عشر سنوات. اما الفيضانات العنيفة التي تؤدي إلى حدوث كوارث مثل فيضان عام ١٩٦٦ فانها تحدث مرة كل خمسين سنة. و بالتالي فانه مع بداية القرن القادم يتوقع حدوث فيضان كارثة من مستوى فيضان عام ١٩٦٦. وسيؤثر بالتأكيد على الجزء الشمالي من مدينة العقبة والممتد على مروحة وادي اليتم ووادي الحو يطي ووادي ملغان. وهو امر لا بد من اخذه بعين الاعتبار، بل و يفرض ضرورة تعديل الخطة الهيكلية المستقبلية للمدينة، واضافة مشاريع لضبط الفيضان و بخاصة في المناطق السكنية، إذ ان وقوع كارثة فيضان من هذه الرتبة مستقبلا يعني ارتفاع الخسائر المادية والخسائر في الأرواح.

تتكون الفيضانات في منطقة العقبة من مصدرين رئيسيين: الأول مبعثه الجريان العاصفي على طول قنوات الأودية، والذي يتكون من الأمطار والثلوج التي تسقط على مرتفعات رأس النقب، والامطار التي تسقط على المرتفعات الجرانيتية في غرابن وحوضة الشقيري وتنتهي إلى وادي اليتم. اما المصدر الثاني فهو من الجريان العاصفي على طول

---

٢٨. Schumm, S.A., 1979, Geomorphic thresholds: the concept and its application. Inst. Brit. Geog.
Trans. N.S., 4. 485 - 515.

٢٩. Harvey, A., 1986, Op. Cit., p. 71.

٣٠. Schick, A., 1979, Op. Cit., p. 352.
Wolley, R.R., 1964, Cloudburt, Floods in Utah 1850-1939. US Geological Survey, Water Supply paper. 994.
Schick, A., 1971, Op. Cit., p. 136.

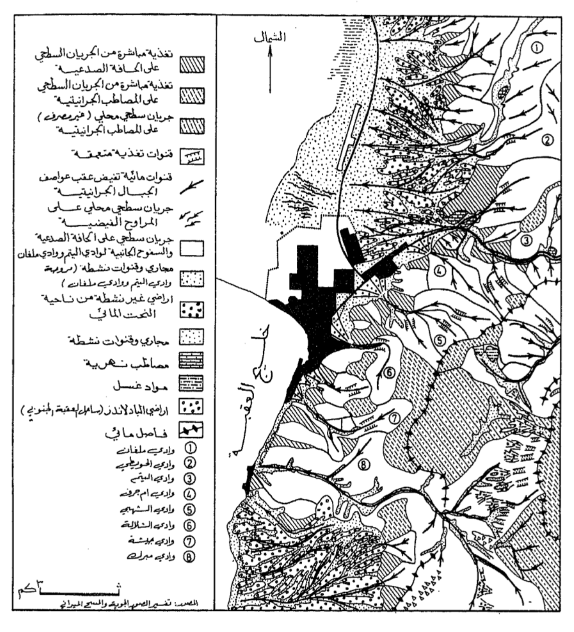
قنوات الأودية التي تنبع من مجموعة جبال المهتدي، الشقيري، باقر، كريغة، ام نصيلة، او ردمان، السمرا. وفي كلتا الحالتين تتكون العواصف الماطرة على مرتفعات رأس النقب والنجود الجرانيتية في الشرق بحيث تصل مياه الجريان السطحي إلى المناطق المنخفضة في وادي عربة وحول مدينة العقبة بواسطة مجموعة الأودية وعبر المراوح الفيضية التي تصرف مياه الجريان باتجاه الغرب. و بالرغم من التباين السنوي الكبير لمعدلات المطر الهاطلة زمانياً ومكانياً في مناطق التغذية (بدليل ارتفاع معدلات الانجراف المعياري للمعدلات السنوية للمطر)، فان الدراسات التي اجريت على احواض اودية مشابهة في منطقة ايلات تدل على ان ٢٠٪ من كمية الامطار الساقطة تتدفق سطحياً بقنوات الأودية من الرتب الدنيا (الأولى والثانية)، وحوالي ١٥٪ منها يصل إلى الأحباس السفلى من تلك الأودية. وتفقد معظم المياه الجارية (١٥) من الأحباس العليا والسفلى بفعل التسرب لتكوين مصادر مائية محلية(٣١).

يبين الشكل (٣) تعميماً لنموذج الجريان السطحي والتصريف المائي الطبيعي بناء على الأشكال الأرضية التي تم تمثيلها كرتوغرافيا خلال المسح الجيومورفولوجي (شكل ٢). و يتضح من النموذج المعمم ظهور مناطق تغذية مباشرة من الجريان السطحي على الحافة الصدعية والمصاطب الجرانيتية شرقي العقبة ووادي عربة الادنى. وظهور مناطق جريان سطحي محلي (غير مصرف)، وقنوات التغذية المتعمقة، والقنوات المائية التي تفيض عقب تكون العواصف الماطرة على النجود الجرانيتية، والجريان السطحي المباشر على الحافة الصدعية والسفوح الجانبية للأودية. كما اوضحت الصور الجوية ظهور القنوات النشطة في مراوح وادي اليتم والحويطي وملغان شمالي العقبة، وفي اراضي البادلاندز جنوبي العقبة. وتتميز القنوات الرئيسية بقلة اتساعها، كما و يغطي سريرها الرواسب الفيضية، وتنحدر القنوات بميل كبير نسبياً. وتعد الخصائص هذه مؤشرات تساعد على تكوين اخطار تدفق الهشيم عند وقوع فيضان مدمر. و يمثل نموذج الجريان السطحي والتصريف المائي الطبيعي الآنف الذكر (شكل ٣) الاساس المفهومي Conceptual لتقييم اخطار الفيضانات بحيث ساعد على اشتقاق خارطة القابلية على التعرض لأخطار الفيضانات (شكل ٤). وقد تم ابراز ثلاثة درجات لقابلية التعرض لأخطارا وهي :ـ اخطار عالية في الأجزاء القممية واقدام المراوح الفيضية، وأخرى متوسطة في الأجزاء الوسطى من المراوح الفيضية، ثم اخطار خفيفة فوق الاراضي المحصورة بين القنوات المائية النشطة والتي تفيض عقب العواصف الماطرة فوق النجود الجرانيتية. كما توضح الخارطة الاراضي التي تتعرض للغمر بمياه الفيضانات كالسبخات، ومناطق الجريان السطحي المحلي في النجود الجرانيتية والتي تصل منها مياه الجريان السطحي إلى منطقة العقبة.

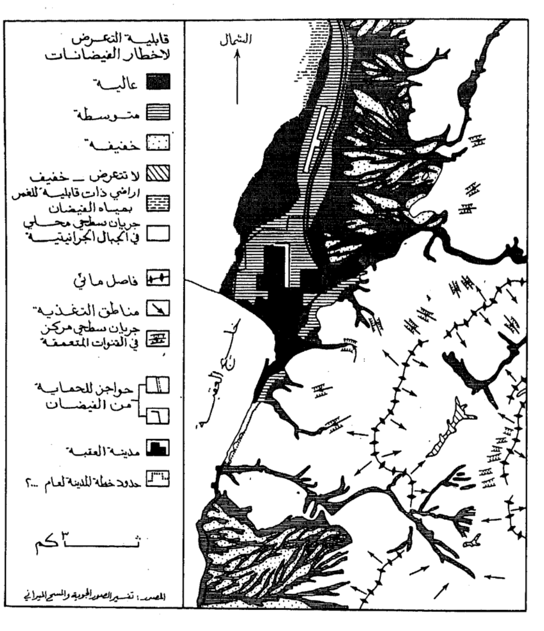
باستخدام خارطة القابلية على التعرض لأخطار الفيضانات يمكن بوضوح تحديد المناطق او الاراضي التي يجب تجنبها بما في ذلك القنوات والمجاري التي تتميز بارتفاع

---

٣١. Schick, A., 1979, Op. Cit., p. 352.



شكل (٣) : نموذج للجريان السطحي والتصريف المائي الطبيعي



شكل (٤) : قابلية التعرض لأخطار الفيضانات

معدلات خطورتها اثناء الفيضان. وكذلك المناطق التي يمكن اختيارها لأغراض التطوير الحضري، واستعمالات الاراضي التي يمكن تعديلها في الخطة الهيكلية المستقبلية. وفي النهاية يمكن تحديد المناطق التي تتطلب اقامة الحواجز لتحويل مياه الفيضان لحماية المواضع المطورة، او التي تخضع للتطوير لحمايتها. وبمقارنة استعمالات الاراضي الراهنة، والخطة الهيكلية المستقبلية بخارطة القابلية على التعرض لأخطار الفيضانات والتعرية المائية، يتضح ان المناطق الصناعية والمناطق السكنية سواء في المدينة القديمة (حي الشلالة). او المجمعات السكنية الحديثة، تقع جميعها في متناول الفيضانات المدمرة. اذ يعاني سكان حي الشلالة من فترة لأخرى من فيضان وادي الشلالة، كما يتعرض الوادي للنحت الجانبي اثناء الفيضان مما يؤثر على المباني. اما المجمعات السكنية الحديثة والتي تنمو بشكل سريع على طول اقدام مروحة وادي اليتم ووسطها وقرب القنوات النشطة، فانها ستعاني من الآثار التدميرية للفيضانات، والافراط في الجريان السطحي الذي ترتفع فيه نسبة الرواسب، اضافة إلى نحت وتآكل المنشآت الهندسية المختلفة. علاوة على ضرورة ازالة رواسب الفيضان بسرعة عقب توقفه.

وتجدر الاشارة إلى انه نادراً ما تتوسع قنوات الأودية النشطة وتتجدد طبيعياً، وبالتالي فان الاجراءات الوقائية والمتمثلة في تحويل اتجاه الجريان السطحي تبقى حلا جزئياً لمشكلة الفيضان وما يصاحبه من النحت والارساب. وفي حالة انشاء قنوات اصطناعية فانها تحتاج باستمرار إلى الصيانة عقب كل فيضان. وايا كان الأمر تساعد تلك الاجراءات في الغالب على زحف اخطار الفيضانات باتجاه المناطق المحمية مما يزيد من اخطارها التدميرية الفجائية. ويرى بيتي Beaty(٣٢) ان التدخل باقامة الانشاءات الهندسية الوقائية في هذه المناطق لا يكون دائماً مجدياً. وقد وجد بأن الخنادق والسدود الصغيرة المقامة على اسطح المراوح الفيضية ذات آثار معاكسة، تتمثل في زيادة تركيز الجريان السطحي باتجاه القنوات الكبيرة.. وبالتالي زيادة حجم التصريف المائي وعنفه مما يؤدي في النهاية إلى تعاظم الطاقة التدميرية للفيضانات.

وقد تأثرت مدينة العقبة ووادي اليتم بفيانات من رتب مختلفة في الفترات السابقة. ولسؤ الحظ لا يتوافر بيانات عن الفيضانات باستثناء فيضان وادي اليتم ووادي وهيده (معان) الذي وقع عام ١٩٦٦ (انظر جدول ٢). ففي عام ١٩٦٣ وقع فيضان في العقبة (وايلات) ترتب عليه اضرار بالغة في المساكن والطرق. اذ تكونت عاصفة ماطرة فجأة نجم عنها فيضان في وادي الشلالة ووادي جيشة وادي إلى حفر القنوات في الطرق بحيث وصل عمقها متراً، وتعطلت حركة المرور، كما ظهرت القنوات بين المساكن ما ادى إلى كشف اساساتها حتى ان بعض المساكن اوشكت على التهدم وبعضها تهدم فعلا. وكانت تمثل

---

٣٢. Beaty, C.B., 1968, Sequential study of desert flooding in the White Mountains of California and Nevada. US Army Natick Lab., Tech. Rept. 68-31-Escap.

جدول رقم (٢) تقدير للأمطار، والجريان السطحي والحمولة الرسوبية لعدد من اودية الجزء الادنى من وادي عربة عام ١٩٦٦ (عن شيك، ١٩٧١، ص ١٥٥)

الوادي	مساحة الحوض	امطار العاصفة		الجريان العاصفة		التصريف الاعظمي المقدر المساحي		تقدير تركز الرواسب		تقدير الناتج الرسوبي
	كيلومتر مربع	مليمتر	١٠^{6}متر^3	المساحة ١٠^3/ متر^3/ سم^2	الحجر ١٠^{6}متر^3	متر^3/ ثانية	متر^3/ ثانية / كم^2	عند الجريان الاعظمي ١٠^{3}جزء في المليون	المعدل للجريان الكلي ١٠^{3}جزء في المليون	(طن)
السيك	٦٧	١٥	١ر٠	١ر١	٠ر٠٧٤	٤٠	٠ر٦	١٨	٩	٦٧٠
الركية/احمير	٢٣٢	٤٠	٩ر٤	١٨ر٠	٤ر٢	٣٠٠	١ر٣	٤٨	٢٤	١٠٠٠٠٠
النخيلة	٧٦	٣٠	٢ر٣	٨ر٠	٠ر٦١	١٠٠	١ر٣	٤٨	٢٤	١٥٠٠٠
تربان	٥٣	٣٥	١ر٩	١٣ر٠	٠ر٦٩	٩٠	١ر٧	٩٠	٤٥	٣١٠٠٠
ضربة	٩٥	٤٥	٤ر٣	٢٢ر٠	٢ر١	٢٤٠	٢ر٥			٢٦٠٠٠٠
الاودية الصغرى	١٣٥	٤٩	٦ر٦	٢٦ر٠	٣ر٥	٣٢٠±	٢ر٤	٢٥٠	١٢٥	٤٤٠٠٠٠
المهتدي	٣١	٣٨	١ر٢	١٦ر٠	٠ر٥	٨٠	٢ر٦			٦٢٠٠٠
ملغان والأودية الصغرى	٧٤	١٢	١ر٨٩	قليل الأهمية	—	—	—	—	—	—
وادي اليتم	٨٧٠	٣٠	١٥ر٠	٨ر٠	٤ر٠	٥٠٠	١ر٠	٣٠	١٠	٦٠٠٠٠

مدينة العقبة أنذاك حي الشلالة بين قمة المروحة وخط الساحل. ونظراً لعدم وجود العبارات تأثرت الطرق الفرعية داخل المدينة وتدفقت المياه إلى بعض المساكن مما دفع قاطنيها إلى فتح فجوات باتجاه المروحة حتى تنصرف مياه الفيضان من تلك المساكن.

يتضح ان فيضان عام ١٩٦٣ كان تأثيره متواضعاً على المدينة بسبب تدني قوة الفيضان وتواضع البنية التحتية للمدينة. بينما لم تتعرض المدينة للآثار التدميرية لفيضان وادي اليتم الذي وقع عام ١٩٦٦ بسبب بعدها النسبي عن القنوات الرئيسية للوادي، في الوقت الذي ادى فيضان وادي وهيدة (في نفس الفترة) إلى تدمير نصف مباني مدينة معان وقتل حوالي سبعين شخصاً، وجرح ما يزيد عن ٢٥٠ شخص (شكل ٥)(٣٣). ففي ليلة ١١ آذار، ١٩٦٢ تكونت عاصفة ماطرة فوق مرتفعات رأس النقب. وسجلت محطة النقب ٧١٫٢ مللميتر مطر (شكل ٥) هطلت خلال اربع ساعات فقط. بينما يبلغ المعدل السنوي بتلك المحطة ١٤٩ ملليمتر، وأصاب العقبة ٣٧ ملليمتر، ومعان ٣٩ ملليمتر في نفس الفترة. وفي المتوسط بلغ معدل المطر الذي هطل في مرتفعات رأس النقب حوالي ٦٠ ملليمتر في الساعات الاربعة، اي بمعدل غزارة مطر ١٥ ملليمتر / ساعة. وقد نجم عن تلك الامطار الغزيرة فيضان وادي اليتم. وكان الجريان السطحي متطرفاً حيث بلغ التصريف الأعظمي ٥٠٠ متر مكعب / ثانية، وهو ضعف المعدل السنوي لتصريف وادي اليتم. ففي الوقت الذي يقدر فيه معدل التصريف السنوي لوادي اليتم ٢ مليون متر مكعب، فقد بلغ معدل تصريفه اثناء الفيضان ٤ مليون متر مكعب. وهذا يؤكد عنف الفيضان وقوته. وقد اورد بدو المنطقة بأنه اثناء الفيضان تم حفر قنوات مائية جديدة على مروحة وادي اليتم وقنوات مائية على مراوح الاودية الاخرى المجاورة. وقد رافق هذا الطوفان تكون فيضانات غطائية وارساب كميات هائلة من الرواسب نتيجة نشاط عمليات الغسل على السفوح.

قدر شيك Schick (٣٤) كميات الرواسب التي حملتها اودية وادي عربة الأدنى الشرقية والغربية (بما فيهاوادي اليتم ووادي ملغان) اثناء الفيضان وارسبت في نطاق البهادا والسبخات على مساحة ٥٥٠ كيلومترا مربعاً حوالي ١٫٤ مليون طن. منها حوالي مليون طن حملتها الأودية الشرقية ونقلت جميعها من النجود الجرانيتية والحسمى الرملية. وفي الوقت الذي تقدر فيه معدلات الارساب الطبيعية على مراوح الأودية على الجانب الغربي من وادي

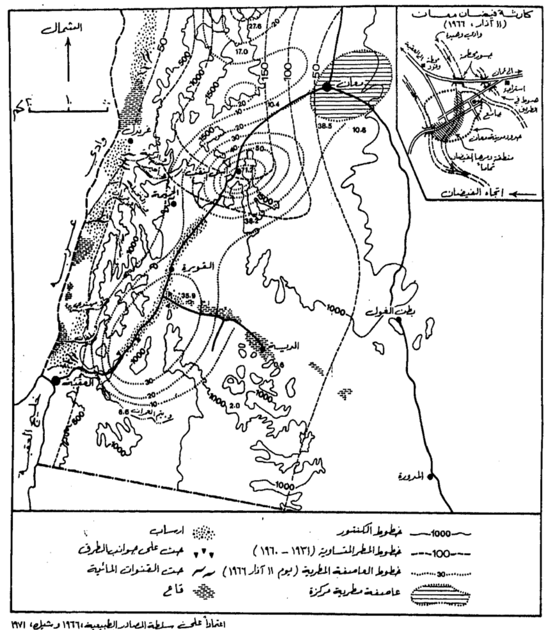
---

٣٣. لمعرفة الخسائر الناجمة عن فيضان عام ١٩٦٦ في معان يمكن الرجوع إلى :—

Schick, A., 1971, Op. Cit.
Natural Resources Authority, 1966, Op. Cit.

جريدة الجهاد، العدد ٣٨٨٤، آذار، ١٩٦٦، الصفحة الاولى.
جريدة المنار، العددين ١٧٦٩، ١٧٧٠، ١٣، ١٤ آذار، ١٩٦٦، الصفحة السادسة.

٣٤. Schick, A., 1971, Op. Cit.



اعتماداً على سلطة المصادر الطبيعية ١٩٦٦ وشيلر ١٩٧١

شكل (٥) : كارثة فيضان معان والعاصفة المطرية، وخطوط تساوي المطر، وجونب من اثار الفيضان التدميرية.

عربة بحوالي ٤ر١ ملليمتر في السنة[٣٥]، فان معدلات الارساب على مراوح الجانب الشرقي من وادي عربة الادنى تفوق المعدل السابق وربما تزيد عن الضعف بسبب ارتفاع معدلات المطر على النجود الجرانيتية ومرتفعات رأس النقب، وزيادة مساحة الأحواض المائية والانحدار بالمقارنة مع نجود النقب، و بالتالي تعاظم الحمولة الرسوبية للأودية. وإذا ما اخذ بعين الاعتبار معدل التسرب الاقليمي في اقليم العقبة وهو ٥ر٢ ملليمتر / ساعة[٣٦]، فان البيانات المطرية الخاصة بغزارة المطر تعطي دليلا كافياً على ان الجريان السطحي يتحقق في اقليم العقبة عموماً عند سقوط كمية من الأمطار تزيد عن عشرة ملليمترات في اليوم و بمعدل غزارة تزيد عن ٥ر٢ ملليمتر/ ساعة. وهو امر يتكرر حدوثه بدرجات متفاوتة في المنطقة. وكلما كانت كميات المطر ومعدلات الغزارة اكبر كلما ارتفعت معدلات الجريان السطحي والتي قد تبلغ حد فيضان وادي اليتم المدمر الذي حدث عام ١٩٦٦. وهذا دليل كاف يؤكد عنف فيضانات وادي اليتم والتي يمكن ان تتأثر بها المناطق السكنية الحديثة، والصناعية شمالي العقبة نظراً لامتدادها على طول قدم مروحة وادي اليتم ووسطها. ونظراً لاتساع حوض وادي اليتم التصريفي بالمقارنة مع اودية الشلالة وجيشه وغيرها، فان حجم الفيضانات وقوتها التدميرية للأودية الصغيرة ستكون اقل مما هي عليه في وادي اليتم. و بالتالي يمكن التعميم بأن اخطار الفيضانات في الاجزاء الشمالية من المدينة تفوق نظيراتها في حي الشلالة (البلدة القديمة) او المنشآت الأخرى على الساحل الجنوبي للمدينة بسبب صغر مساحة احواض الأودية التي تصب في خليج العقبة.

٥. الطرق الصحراوية في منطقة العقبة والعمليات الجيومورفولوجية : ـ

يواجه المهندسون في تخطيط وتصميم وانشاء الطرق في المناطق الجافة مشكلات هندسية تختلف عن تلك التي تمرسوا بها في المناطق الرطبة. إذ يفرض تباعد المراكز العمرانية وكبر مسافات الطرق، اضافة إلى صغر حجم المرور استثمار اموالا قليلة لكل وحدة مسافة من الطرق، مما ينعكس على المواصفات الهندسية للطرق الصحراوية. وللأسباب الجيومورفولوجية التي تتميز بها منطقة العقبة، تتركز المراكز العمرانية والأنشطة الاقتصادية اما حول قواعد النجود الجرانيتية كما هو الحال في منخفض القويرة على الجانب الشرقي، او على البهادا في الجزء الأدنى من وادي عربة على الجانب الغربي. و بالتالي شقت الطرق اما في بطون الأودية المتسعة، او على طول قواعد الحافات الصدعية للنجود وعبر القنوات المائية المؤقتة وسريعة الزوال، والتي تتباين في احجامها وخصائصها الهيدرولوجية، او في نطاق البهادا. ومن امثلة طرق الأودية : ـ

---

٣٥. Schick, A., and D., Sharon, 1974, Geomorphology and climatology of arid watersheds. Tech. Rept., Dept. of Geog., The Hebrew University of Jerusalem, p. 10.

٣٦. Natural Resources Authority, 1966, Op. Cit.

أ) طريق رأس النقب ــ وادي اليتم ــ يتم العمران، ب ــ الطرق غير المرصوفة والتي يستخدمها بدو المنطقة، جـ ــ اجزاء من طريق وادي رم ــ قاع الديسي (شكل ٥).
و يضم النمط الثاني من الطرق : أ ــ طريق العقبة ــ وادي عربة ــ غور الصافي، ب ــ طريق العقبة ــ مخرج وادي اليتم. وتتعرض جميع الطرق الآنفة الذكر لأخطار الفيضانات والتغطية بالرواسب، ونحت وتآكل قواعدها، وتحطم الجسور والعبارات كما حدث اثناء فيضان وادي اليتم وروافده عام ١٩٦٦ (شكل ٥). و يترتب على تلك الأخطار القيام بصيانة الطرق وازالة للرواسب عقب كل فيضان.

وليس بعيداً عن العقبة تزحف الرمال باستمرار على اجزاء من طريق العقبة ــ وادى عربة في منطقة غرندل. و يتضح من الملاحظات الميدانية ان افضل الطرق التي لا تتأثر بالفيضانات والنحت وزحف الرمال هو طريق مثلث رم ــ وادي رم بسبب توافق الطريق مع السطح الطو بوغرافي للبيد يمنت مما يتيح للمياه الجارية اثناء الفيضان تخطى الطريق بأقل قدر من الاضرار. كما ان عدم رفع منسوب الطريق فوق سطح البيديمنت منع تراكم الرمال و بالتالي وقف زحفها على الطريق. اما بالنسبة لطريق القو يرة ــ العقبة القديم فقد شق في بطن وادي اليتم وكان يتعرض بين فترة واخرى للتدمير بفعل الفيضانات. ولا تزال تظهر الآثار التدميرية لفيضان وادي اليتم عام ١٩٦٦ والفيضانات اللاحقة في قطاعات عديدة منه. ومع بداية السبعينات تم تحو يل الطريق ورفعه فوق المصاطب اللحقية لوادي اليتم بحيث لم تعد تصل اليه مياه الفيضان. ومنذ ذلك الوقت لم يتعرض الطريق لأ ية اخطار جادة. وعند مخرج الطريق من فجوة وادي اليتم يلتزم الجزء الشرقي من مروحة الوادي و يتبع الانحدار الطو بوغرافي الطبيعي نسبياً مما يحمل على الاعتقاد بأن الطريق مستقر نسبياً.

تبقى المشكلة واضحة عل طريق العقبة ــ وادي عربة، حيث اختير موضع الطريق في موقع وسط اي بعيداً نسبياً عن جبهة الجروف الجرانيتية، واقدام البهادا، و بالتالي ابتعد عن اخطار التدمير من التدفقات العارمة عند قمة مروحة وادي اليتم والحو يطي وملغان، وتقلصت آثار التدفق الغطائي والتفرع القنوي عند اقدام المروحة إلى الحد الادنى تقريباً. و يخترق الطريق في الجزء الأوسط من سطح المروحة مجموعة من القنوات المائية باستخدام العبارات. و باختبارها وجد ان مناسيبها تتفق مع الانحدار الطبيعي لقناة المجري او المقطع الطبيعي لها لتجنب الارساب. ونلحظ في اجزاء اخرى ارتفاع منسوب الطريق عن مستوى سطح المروحة مما يجعل الطريق مهدداً باخطار التدمير من اي فيضان عنيف. وحتى لو كان منسوب سطح الطريق عند نفس منسوب سطح سرير القناة او دونها، فان ذلك لا يتطلب عبور القنوات باستخدام العبارات (سواء الدائرية او المصندقة). وتحل المشكلة هنا بتقو ية جانبي الطريق بغطاءات اسمنتية لحمايتها من النحت القاعدي من جهة، وترك مياه الفيضان لتجرى بحرية على الطريق بالحد الادنى من التدمير[٣٧].

---

٣٧. Schick, A., 1979, Op. Cit., p. 355.

وعندما ترتفع كثافة القنوات المائية، ترتفع كثافة العبارات وهو امر غير مرغوب فيه لطريق حديث كطريق العقبة ــ غور الصافي حيث بدأت ترتفع عليه كثافة المرور نتيجة نقل البوتاس من غور الصافي إلى العقبة. و يتوقع ان تزداد كثافة المرور عليه بعد استكمال طريق الساحل الشرقي للبحر الميت. و يحبذ الا يزيد معدل تواجد العبارات عن عبارة واحدة لكل كيلومتر واحد من الطريق مما يقلل من كلفة انشاءه، كما يحقق التوافق مع السطح الطبيعي للمروحة. و يقترح شيك Schick وشارون Sharon (٣٨) حلولا معقولة لمشكلة الطرق في المناطق الصحراوية كمنطقة العقبة والجزء الادنى من وادي عربة تتمثل فيما يلي: ــ

أ) ضرورة ان يتبع الطريق النمط الطوبوغرافي الأصلي للمراوح الفيضية ما امكن. إذ يزداد تعرض الطريق لأخطار الفيضانات والتدمير كلما ارتفع منسوب الطريق عن سطح المروحة الفيضية والانحدار الطبيعي لها.

ب) تجنب انشاء الاحواض الترسيبية على جانبي الطريق الجزء العلوي من المروحة لأنها سرعان ما تمتلىء برواسب الفيضان في الدقائق او الثواني الاولى من الفيضان. وحتى ترتفع كفاءة احواض الترسيب يجب ان تكون من الحجم بحيث تستوعب ١٠٪ من حجم مياه الفيضان، وهو امر يصعب تقديره بدقة او التنبوء به، كما يصعب في الغالب حفر احواضاً كبيرة اضافة إلى انها بحاجة إلى تكرار عملية تنظيفها من الرواسب، فضلا عن انها تشوه المنظر الطبيعي للمراوح (٣٩). وقد ثبت ان انشاء الخنادق الموازية للطريق (كما هو الحال في بعض قطاعات طريق العقبة ــ وادي عربة احياناً) في مواجهة الجزء العلوي من المروحة يفيد في التعامل مع كمية محدودة من الجريان السطحي. وتفقد هذه الخنادق فاعليتها في حالات التدفق العرم وتبقى بحاجة إلى تنظيف روتيني لازالة الرواسب عقب كل موسم فيضان.

جـ) يفضل وضع الطريق على ارضية القنوات المائية بدون انشاء الجسور والعبارات كما هو الحال في طريق وادي رم. و يعني هذا تقليل ارتفاع منسوب الطريق عن منسوب السطح الأصلي (٤٠). ومن هنا يساعد المسح الجيومورفولوجي التفصيلي الذي يسبق تخطيط الطريق على تصميمه ووضعه باتجاه قنوات التصريف او اسفلها إذا كان متعامداً عليها. و يساعد هذا الوضع على تغطية الطريق بطبقة من الرواسب اثناء الفيضان مما يساعد على حمايته من النحت الفجائي.

---

٣٨. Schick, A., and D. Sharon, 1974, Op. Cit, p. 14.

٣٩. Schick, A., 1979, p. 356.

٤٠. Cooke, R.U., Goudie, A., and J.C. Doornkamp, 1978, Middle East - review and bibliography of geomorphological contributions. Q.J. Engn. Geol., 11, p. 15.

٦. الخاتمـــة : ــ

بنـاء على الـدراسـة الـراهنـة يمكن تصنيـف المردودات السلبية negative impacts للفيضانات(٤١) في منطقة العقبة إلى ثلاثة رتب وهي : ــ

أ) مـردودات مـن الاولى : وتـضم الخسائر التي تقع بسبب الغمر المباشر من مياه الفيضان. وتـشمـل هـذه الخسائر الضحايا من سكان منطقة الكارثة وهلاك الحيوانات، والمباني المخربة، والخدمات المضطربة، وخراب الاراضي الزراعية او الاراضي المشجرة. كما تؤدي مياه الفيضان الكاسحة إلى تدمير المنشآت الهندسية كالطرق والعبارات والجسور، وتدمير خطوط القوى وشبكات المجاري والمياه والهاتف.

ب) مـردودات مـن الدرجة الثانية وتشمل التخريب الاضافي غير المباشر بفعل مياه الفيضان مثل تدني كفاءة الخدمات العامة، واضطراب حركة النقل والتبادل التجاري مع الاقاليم الاخرى في الاردن، وربما التلوث وانتشار الامراض والمشكلات الصحية، واضطراب حياة السكان اليومية تبعاً لذلك.

جـ) اما المردودات من الدرجة الثالثة فتشمل اضطراب الحياة البرية في منطقة المراوح الفيضية وبخاصة عند اقدامها وتكدس الرواسب المنقولة، وتغير الخصائص الهندسية للقنوات المائية فوق المراوح، وظهور قنوات جديدة مما يشجع على حدوث فيضانات اخرى قد تكون اكثر تدميراً من حيث توزع آثارها المكانية.

واخيراً يبقى من الضروري القيام بمسوحات جيومورفولوجية تفصيلية بمقياس ١ : ١٠،٠٠٠ تغطي المنطقة التي تتضمنها الخطة الهيكلية لمدينة العقبة والمناطق المجاورة لها لمعرفة الامور التالية : ــ

أ) الامتداد المكاني للتربة والرواسب السطحية والصخور.

ب) تصنيف المواد تبعاً لأصلها بناء على التحليل الجيومورفولوجي والتحليل الترسيبي Sedimentological analysis.

جـ) تقييم تفصيلي لأخطار الفيضانات بادخال عناصر مقياس الخصائص الهيدرولوجية للأحواض المائية باستخدام المعادلات والنماذج الرياضية إلى تحقق هذا الغرض(٤٢).

د) تقييم المياه الباطنية عند اقدام المراوح للوقوف على تأثير اخطار تجوية الأملاح على اساسات المباني والمنشآت الهندسية. و يترتب على المسوحات الآنفة الذكر توفير خرائط جيومورفولوجية تفصيلية، وخرائط للمواد السطحية، وخرائط للجريان السطحي والشبكة المائية واخطار الفيضانات، وخارطة تبين اخطار تجوية الأملاح. بالاضافة إلى

---

٤٢. Coates, D., 1985, Geology and Society, A Dowden & Culver Book, New York, p. 191.

٤٣. Cook, R.U., et al., 1985, 238 - 242.

خرائط تفصيلية لكل منطقة من مناطق استعمالات الاراضي الراهنة والمستقبلية ضمن حدود بلدية المدينة الكبرى.

هـ) تحديد طبيعة ورتبة المردودات السلبية للأخطار الجيومورفولوجية في كل قطاع من قطاعات المدينة لاتخاذ الاجراءات الوقائية المناسبة.

وتجدر الاشارة إلى انّ منع الاخطار الجيومورفولوجية او تخفيف حدتها، او ضبطها في منطقة العقبة لن يكون فاعلا الا إذا اقترنت الاجراءات الآنفة الذكر بتطبيق الأساليب التي طورت لادارة المناطق التي تخضع للأخطار البيئية بشكل او بآخر. وتضم هذه الاساليب : الاجراءات الانشائية Structural measures كمشاريع ضبط الفيضانات، والتدخل القانوني، ووضع سياسات لاستعمالات الاراضي ومراقبة تنفيذها بدقة، وامتصاص الخسائر المترتبة على الفيضانات.

رقم الايداع لدى دائرة المكتبات والوثائق الوطنية
(١٩٨٩/١٠/٦٦٤)

Publications Of The University Of Jordan



Geomorphological Studies on Southern Jordan

Prof. Dr. Yahya Farhan
Geography Deaprtment
University of Jordan

Prof. Dr. Salah Beheiry
Geography Department
University of Jordan

Dr. Mohammed Abu-Safat
Geography Department
Al-Najah University

First Edition

Amman, 1989

Publications Of The University Of Jordan



Geomorphological Studies on Southern Jordan

Prof. Dr. Yahya Farhan
Geography Deaprtment
University of Jordan

Prof. Dr. Salah Beheiry
Geography Department
University of Jordan

Dr. Mohammed Abu-Safat
Geography Department
Al-Najah University



First Edition

Amman, 1989